

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-238488

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月31日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> 識別記号  
H01J 61/20  
F21M 3/02  
H01J 61/073  
61/34  
61/40

F I  
H01J 61/20 D  
F21M 3/02 G  
H01J 61/073 B  
61/34 A  
61/40

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全38頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-28134

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月10日

(31) 優先権主張番号 特願平9-148994  
(32) 優先日 平9(1997) 6月6日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)  
(31) 優先権主張番号 特願平9-311833  
(32) 優先日 平9(1997) 11月13日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)  
(31) 優先権主張番号 特願平9-346033  
(32) 優先日 平9(1997) 12月16日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003757

東芝ライテック株式会社  
東京都品川区東品川四丁目3番1号

(72) 発明者 石神 敏彦  
東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ラ  
イテック株式会社内

(72) 発明者 斉田 淳  
東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ラ  
イテック株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小野田 芳弘

最終頁に続く

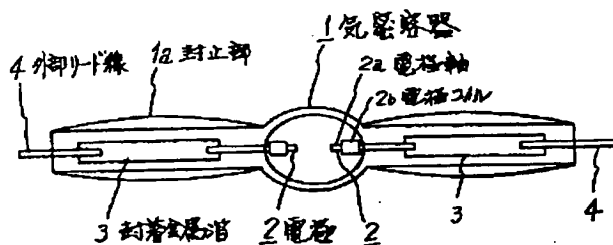
(54) 【発明の名称】 メタルハライド放電ランプ、メタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置

(57) 【要約】

(修正有)

【課題】 水銀を本質的には用いないで、水銀を封入したのとはほぼ同等の電気特性及び発光特性を実現する。

【解決手段】 Na、Li、Sc及び希土類等の発光金属からなる第1のハロゲン化物と、蒸気圧が相対的に高く第1のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属からなる第2のハロゲン化物と、希ガスとを気密容器に封入する。第2のハロゲン化物の金属は、Al、Fe、Cd、Zn、Sn、Mn、Cr、Ga、Re、Mg、Co、Ni、Be、Ti、Zr、Hf等で、バッファガスとして作用して所要のランプ電圧を維持し、可視光の発光に殆ど影響しない。内部を真空にする等により発光管の保温手段を備えるか、発光管にセシウムのハロゲン化物を封入して熱損失を低減すると、発光効率が向上する。色分離が少ないので、直流点灯が可能である。



Applicants: Toshihiko Ishigami et al.  
Title: Metal Vapor Discharge Lamp, Floodlight  
Projector and Metal Vapor Discharge...  
U.S. Serial No. not yet known  
Filed: October 8, 2003  
Exhibit 5

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封着した一対の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第1のハロゲン化物は、所望の発光を行う金属のハロゲン化物であり、第2のハロゲン化物は、相対的に蒸気圧が大きくて、かつ第1のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化物である放電媒体と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないことを特徴とするメタルハライド放電ランプ。

【請求項2】耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封着した一対の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第1のハロゲン化物は、ナトリウムNa、スカンジウムScおよび希土類金属からなるグループの中から選択された1種または複数種のハロゲン化物であり、第2のハロゲン化物は、相対的に蒸気圧が大きくて、かつ第1のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化物である放電媒体と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないことを特徴とするメタルハライド放電ランプ。

【請求項3】放電媒体は、セシウムのハロゲン化物を含んでいることを特徴とする請求項1または2記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項4】耐火性で透光性の気密容器、気密容器に封着した一対の電極、ならびに少なくとも発光金属を含む金属のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入された放電媒体を備えた発光管と；発光管を収納する外管と；発光管から発生した熱の損失を少なくする保温手段と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないことを特徴とするメタルハライド放電ランプ。

【請求項5】耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封着した陽極および陰極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第1のハロゲン化物は、ナトリウムNa、スカンジウムScおよび希土類金属からなるグループの中から選択された1種または複数種のハロゲン化物であり、第2のハロゲン化物は、蒸気圧が相対的に大きくて、かつ第1のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化物である放電媒体と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないとともに直流で点灯されることを特徴とするメタルハライド放電ランプ。

【請求項6】耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封着した一対の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第1のハロゲン化物は、ナトリウムNaおよびスカンジウムScからなるグループの中から選択された1種または複数種のハロゲン化物であり、第2のハロゲン化

物は、蒸気圧が相対的に大きくて、かつ第1のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化物である放電媒体と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないとともに定格ランプ電力が100W以下の前照灯用であることを特徴とするメタルハライド放電ランプ。

【請求項7】第2のハロゲン化物は、マグネシウムMg、鉄Fe、コバルトCo、クロムCr、亜鉛Zn、ニッケルNi、マンガンMn、アルミニウムAl、アンチモンSb、ベリリウムBe、レニウムRe、ガリウムGa、チタンTi、ジルコニウムZrおよびハフニウムHfからなるグループの中から選択された1種または複数種の金属のハロゲン化物であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一、5または6記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項8】第2のハロゲン化物は、鉄Fe、亜鉛Zn、マンガンMn、アルミニウムAlおよびガリウムGaからなるグループの中から選択された1種または複数種の金属のハロゲン化物を主体としていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1または5ないし7のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項9】第2のハロゲン化物は、気密容器の内容積1cc当たり0.05～200mg封入されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一または5ないし8のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項10】第2のハロゲン化物は、気密容器の内容積1cc当たり1～200mg封入されていることを特徴とする請求項6記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項11】希ガスは、1気圧以上の圧力で封入されていることを特徴とする請求項1ないし10のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項12】希ガスは、1～15気圧の圧力で封入されていることを特徴とする請求項6または10記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項13】気密容器は、最大径部の内径が3～10mm、外径が5～13mmであることを特徴とする請求項6、10または12記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項14】電極間距離が1～6mmであることを特徴とする請求項6、10、12または13記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項15】直流で点灯されるように構成されていることを特徴とする請求項6、10または12ないし14のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項16】放電媒体は、セシウムCsのハロゲン化物を含んでいることを特徴とする請求項6、10または12ないし15のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項17】気密容器を収納し、内部が真空に維持された外管を備えていることを特徴とする請求項6、10

または 1 2 ないし 1 6 のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項 1 8】外部に導出される光から紫外線を除去する紫外線除去手段を有していることを特徴とする請求項 6、1 0 または 1 2 ないし 1 7 のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプ。

【請求項 1 9】請求項 6、1 0 または 1 2 ないし 1 8 のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプと；メタルハライド放電ランプを点灯直後に定格ランプ電流の 3 倍以上の電流を供給し、時間の経過に伴い電流を低減するように構成されている点灯回路と；を具備していることを特徴とするメタルハライド放電ランプ点灯装置。

【請求項 2 0】照明装置本体と；照明装置本体に支持された請求項 1 ないし 1 8 のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプと；を具備していることを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明はメタルハライド放電ランプ、これを用いたメタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】相対向する一対の電極を備えた発光管内に希ガス、発光金属のハロゲン化合物および水銀を封入したメタルハライド放電ランプは、比較的高効率で、高演色性であるため、広く使用されている。

【0 0 0 3】メタルハライド放電ランプには、短アーク形と長アーク形とがある。

【0 0 0 4】短アーク形のメタルハライド放電ランプは、ランプの発光を集光してスクリーンに投射する液晶プロジェクタ、オーバヘッドプロジェクタなどの投射用、ダウンライト、スポットライトなどの店舗照明用などにおいて用いられている。また、近時自動車の前照灯として、小形で短アーク形のメタルハライド放電ランプがハロゲン電球に代わって使用されだしている。

【0 0 0 5】自動車の前照灯用としてのメタルハライド放電ランプの仕様については、たとえば特開平 2 - 7 3 4 7 号公報に記載されているが、約 2 ~ 1 5 m g の水銀の封入が不可欠とされている。

【0 0 0 6】ところで、水銀の封入を必要としないメタルハライド放電ランプに対するニーズがあり、これに代えるものとして特開平 3 - 1 1 2 0 4 5 号公報に記載の発明がなされている。この発明は、水銀に代えてヘリウムまたはネオンを 1 0 0 ~ 3 0 0 t o r r の圧力で封入することにより、所要のランプ電圧を得ようとするもので、さらにこれらの希ガスは原子半径が小さいことから、石英ガラスでは透過してしまうので、気密容器を透光性セラミックスで形成するという構成である。

【0 0 0 7】一方、長アーク形のメタルハライド放電ランプは、高天井用照明器具、投光器、街路灯および道路

用照明器具などの一般照明用において主として用いられている。さらに、光硬化性の合成樹脂やインクなどでは、紫外線を発生するメタルハライド放電ランプを用いている。この用途に用いられるメタルハライド放電ランプも長アーク形である。

【0 0 0 8】ところで、現在実用化されているメタルハライド放電ランプは、短アーク形および長アーク形のいずれも水銀を必須としている。なぜなら、メタルハライド放電ランプにおいて、水銀は、所望のランプ電圧を得て電気特性を維持するために使用されているからである。

【0 0 0 9】すなわち、たとえばランプ電圧が低いと、所望のランプ入力を得るためには、ランプ電流を大きくしなければならない。この場合には、点灯装置、照明器具および配線などの関連設備の電流容量の増加および発生熱の増加が問題となる。

【0 0 1 0】また、ランプ電流が大きいと、電極損失の増加を伴い、ランプ効率が低下するという問題もある。すなわち、メタルハライド放電ランプの電極降下電圧はランプにより一定であるから、ランプ電圧が低いと、これを補うためにランプ電流を大きくする必要から、電極損失がランプ電流に比例して増加し、ランプ効率が低下してしまう。

【0 0 1 1】したがって、一般に放電ランプにおいては、ランプ電圧は、アークが立ち消えない範囲でランプの入力電圧になるべく近く、すなわちなるべく高く設定する方が有利である。

【0 0 1 2】次に、ランプ電圧について考察しながら水銀封入を必要としていた理由を説明する。

【0 0 1 3】図 2 7 は、メタルハライド放電ランプにおけるランプ電圧を説明するための概念図である。

【0 0 1 4】図において、1 は気密容器、2、2 は電極、3、3 はリード線である。

【0 0 1 5】ランプ電圧  $V_l$  は、メタルハライド放電ランプの点灯状態において、リード線 3、3 間に現れる電圧である。

【0 0 1 6】電極 2、2 間の距離  $L$  を電極間距離という。

【0 0 1 7】ランプ電圧  $V_l$  は、数式 1 により表すことができる。

【0 0 1 8】

$$\text{【数 1】 } V_l = E \times L + V_d$$

ここで、 $E$  は電極間のプラズマの電位傾度、 $V_d$  は電極降下電圧である。

【0 0 1 9】プラズマの電位傾度  $E$  は、数式 2 により表すことができる。

【0 0 2 0】

$$\text{【数 2】 } E = 1 / 2 \pi \int \sigma r \, dr$$

ここで、 $I$  はランプ電流、 $\sigma$  はプラズマの電気伝導度であり、温度  $T$  の関数である。 $r$  は中心から任意の位置ま

での径方向の距離である。

【0021】メタルハライド放電ランプの点灯中に放電空間内に物質Aが存在すると仮定すると、物質Aの温度Tにおける電気伝導度 $\sigma$ は数式3により表すことができる。

【0022】

【数3】 $\sigma = C \cdot N_e / (T^{1/2} \cdot (N_i \cdot Q))$

ここで、Cは定数、 $N_e$ は電子密度、 $N_i$ は物質の密度、Qは電子の物質Aに対する衝突断面積である。

【0023】ランプ電圧V1は、数式1から電位傾度E10  
が大きいほど、また電極間距離Lが大きいほど、大きくなることが分かる。

【0024】また、電位傾度Eは、数式2から電気伝導度 $\sigma$ が小さいほど、ランプ電流Iが大きいほど、大きくなることが分かる。

【0025】さらに、電気伝導度 $\sigma$ は、数式3から $N_e$ が小さいほど、 $N_i$ やQが大きいほど小さくなることが分かる。

【0026】したがって、電極間距離Lおよびランプ電流Iが一定の場合、ランプ電圧V1が大きくなる物質A20  
の条件は、イオン化しにくく( $N_e$ を小さく抑えられる。)、ランプ中の密度が大きく( $N_i$ を大きくできる。)、電子との衝突断面積Qが大きいことである。

【0027】そうして、水銀は、蒸気圧が極めて大きく(361℃で1気圧)、イオン化しにくく、電子との衝突断面積が大きい物質である。

【0028】そこで、ランプのサイズに応じて水銀の封入量を調節することにより、所望のランプ電圧を容易に得ることができる。

【0029】このように、従来のメタルハライド放電ランプ30  
においては、水銀を用いることにより、所望のランプ電圧を容易に得ることができるというのが、水銀が使用されている理由である。

【0030】ところで、メタルハライド放電ランプの場合、小形で電極間距離Lが短いほど所要のランプ電圧を確保するために、水銀の蒸気圧を高くする必要がある。たとえば、発光管の内容積が1cc以下の小形の短アークのメタルハライド放電ランプにおいては、点灯中の水銀蒸気圧が20気圧以上にもなる。

【0031】

【発明が解決しようとする課題】以下、メタルハライド放電ランプに水銀を封入することによる問題と、従来の水銀を封入しない場合の問題とに分けて説明する。

1 水銀を封入することによる問題について

現在、環境問題は、地球的規模で非常にクローズアップされており、照明分野においても、環境に悪影響を与える環境負荷物質である水銀をランプから減少し、さらには廃絶することは、非常に重要な課題であると考えられている。

【0032】したがって、従来のメタルハライド放電ラ

ンプの最大の問題点は、水銀を封入していることである。

【0033】また、水銀を封入して所望のランプ電圧を得るメタルハライド放電ランプにおいては、上記の他にも以下に示す多くの問題点がある。

【0034】その他の問題点1：始動時の分光特性の立ち上がりが悪い

自動車の前照灯にメタルハライド放電ランプを用いる場合に、光束の瞬時立ち上がりが要求される。このために、始動ガスとしてキセノンを高圧で封入し、さらに点灯初期に大電流を流し、時間の経過とともに電流を絞っていく点灯方式が採用されている。このようにして瞬時立ち上がりは可能であるが、スイッチオン時には水銀は急速に蒸発するので、水銀がエネルギーを奪ってしまい、発光金属の蒸気圧の立ち上がりが遅いために、水銀発光の強い状態が10～20秒後まで続く。水銀発光は、色特性的に劣るので、演色性も悪く、また色度も白色範囲に入らない。このように、分光特性の立ち上がりが甚だ悪い。したがって、所期の分光特性の発光になるまでに時間が長くなる。

【0035】その他の問題点2：調光に適さない  
すなわち、発光管の温度が変化すると、発光の色温度が大きく変化し、これに伴い演色性も変化する。これを図28を参照して以下説明する。

【0036】図28は、従来のプロジェクション用の短アーク形のメタルハライド放電ランプの発光スペクトル分布を示すグラフである。

【0037】図において、横軸は波長(nm)を、縦軸は相対放射パワー(%)を、それぞれ示す。

【0038】この従来の短アーク形のメタルハライド放電ランプは、希ガスとしてアルゴン500torr、ハロゲン化物としてヨウ化ジスプロシウムDyI<sub>3</sub>を1mgおよびヨウ化ネオジムNdI<sub>3</sub>を1mg、ならびに水銀13mgを封入したものである。

【0039】発光スペクトルは、ジスプロシウムおよびネオジムによる連続発光と、それぞれ矢印の上に記号を付した元素による主な輝線スペクトルとからなり、水銀による輝線スペクトルが大きなパワーを有していることが分かる。

40 【0040】ところで、各発光金属による発光量は、そのランプ内の蒸気圧に比例的に変化する。

【0041】発光金属のハロゲン化物の蒸気圧は、水銀のそれに比較すると、著しく低いため、発光管の温度が変わると、発光金属は、そのハロゲン化物の蒸発量が違ってランプ内の蒸気圧が変化するから、発光量が変化する。

【0042】これに対して、水銀の蒸気圧は非常に高いので、発光管の温度が変化してもそれほど変化しないから、水銀の強い輝線スペクトルによる発光量は変化が少

ない。したがって、発光管への入力電力が少なくなる

と、相対的に水銀による発光が支配的になるために、発光の色温度が低くなるとともに、演色性が低下する。このことは、水銀を封入する従来のメタルハライド放電ランプは、調光に適さないことを意味する。

【0043】自動車用の前照灯の場合、欧米において採用されている日中の点灯（デイライト）のためには、調光が必要になるが、水銀を封入する従来のメタルハライド放電ランプにおいては、色特性が著しく低下してしまう。

【0044】その他の問題点3：特性のばらつきが大きい

水銀を封入したメタルハライド放電ランプは、個々のランプの寸法ばらつきに伴い発光管の温度がばらつくため、同一入力でも特性のばらつきが発生しやすい。また、長期寿命中の発光管黒化などによる最冷部温度の上昇によっても特性が変化しやすい。

【0045】このため、店舗などのように複数のメタルハライド放電ランプを用いて照明する場合に、特に問題になりやすい。

【0046】その他の問題点4：瞬時再始動が困難である

短アーク形で小形のメタルハライド放電ランプにおいては、電極間距離が小さいので、所要のランプ電圧を得るために水銀蒸気圧を高く設定しており、水銀蒸気圧は、点灯中20気圧以上になる。

【0047】さらに、自動車用の前照灯においては、前記のように光束立ち上がりを速くするために、高圧のキセノンを封入しており、キセノンは点灯中3.5気圧程度になる。このように点灯中の水銀蒸気圧およびキセノン蒸気圧が非常に高くなっているため、再始動させるためには、非常に高くパワーの大きいパルス電圧を印加しなければならない。これにより、点灯回路が高価になるのみでなく、回路、ランプおよびこれらを収納する器具を高電圧に対して絶縁する必要がある。

【0048】その他の問題点5：発光管が破裂しやすい  
上述したように、点灯時の水銀蒸気圧が高いため、初期歪ないし長期点灯中に歪が増大することにより、発光管が破裂しやすい。この問題はランプの信頼性を著しく低下させる。

【0049】その他の問題点6：投射用ではスクリーン照度が低い

短アーク形のメタルハライド放電ランプの場合、このランプを光源として用いる液晶プロジェクタなどの光学系を介して集光し、離間位置の照射面たとえばスクリーンにおいて照度を大きく照明するような投射用の場合、放電ランプからの発光が如何にロスなく光学系を通過して照射面に到達するかが重要である。ロスを少なくして照射面の照度を向上するには、放電ランプのアークが細く絞られている必要がある。アークが絞られているということは、アーク温度の分布が急峻になっているというこ

とである。

【0050】ところが、水銀の発光は、吸収があつて光学的に厚く、中・低温部分で発光の吸収によりエネルギーを吸収して温度が上昇するため、アーク温度の分布は放物線状に広がり、したがってアークを絞ることができない。

【0051】これに対して、発光金属としてスカンジウムや希土類金属を用いて、その発光を非常に多くすると、水銀が存在していても、アークを絞ることができることは知られている。しかし、上記の場合には、水銀の点灯圧力が高いと、対流が激しくなり、アークの不安定が生じて実用に供し得ない。

2 従来の水銀を封入しない場合の問題について  
前述した水銀を封入しないメタルハライド放電ランプにおいては、点灯中ヘリウムまたはネオンが著しく高い圧力になるので、これに耐えるようにすれば、確かに水銀を封入しないメタルハライド放電ランプを得ることができる。したがって、水銀を封入しないメタルハライド放電ランプが得られるという点においては、多いに評価できる。

【0052】しかしながら、点灯中の高圧力に従来の水銀を封入するメタルハライド放電ランプと同様な構造で実現することにはかなりの困難がある。たとえば、小形のメタルハライド放電ランプにおいて、所要のランプ電圧が50～60Vである場合、点灯中ヘリウムまたはネオンの圧力は150気圧を超えるであろうから、従来一般に使用されているような気密容器では、破裂に対する高い信頼性を得ることができない。

【0053】本発明は、環境負荷の大きい水銀を本質的には用いないで、水銀を封入したメタルハライド放電ランプとほぼ同等の電気特性および発光特性を有するメタルハライド放電ランプ、これを用いたメタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置を提供することを主な目的とする。

【0054】また、本発明は、始動時の色度立ち上がりが良好で、調光が可能で、特性のばらつきが少なく、瞬時再始動が容易で、しかも気密容器が破裂しにくいメタルハライド放電ランプ、これを用いたメタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置を提供することを副次的な目的とする。

【0055】さらに、本発明は、水銀を封入していないにもかかわらず熱損失が少なく発光効率が低下しないメタルハライド放電ランプ、これを用いたメタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置を提供することを副次的な目的とする。

【0056】さらにまた、本発明は、直流で点灯して光色差や色分離が少なく、点灯回路を安価にできるメタルハライド放電ランプ、これを用いたメタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置を提供することを副次的な目的とする。

【0057】さらにまた、本発明は自動車用などの移動体の前照灯用として好適なメタルハライド放電ランプ、これを用いたメタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置を提供することを副次的な目的とする。

【0058】さらにまた、本発明は水銀を封入する従来のものと同等程度の機械的強度の気密容器であったとしても、点灯中の破裂のおそれが少ない実際のメタルハライド放電ランプ、これを用いたメタルハライド放電ランプ点灯装置および照明装置を提供することを副次的な目的とする。

【0059】

【課題を達成するための手段】請求項1の発明のメタルハライド放電ランプは、耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封入した一対の電極と；第1のハロゲン化合物、第2のハロゲン化合物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第1のハロゲン化合物は、所望の発光を行う金属のハロゲン化合物であり、第2のハロゲン化合物は、蒸気圧が相対的に大きくて、かつ第1のハロゲン化合物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化合物である放電媒体と；を具備し、本

質的に水銀が封入されていないことを特徴としている。  
【0060】本発明および以下の各発明において、特に指定しない限り用語の定義および技術的意味は次による。

【0061】気密容器について

耐火性で透光性の気密容器とは、放電ランプの通常の作動温度に十分耐える耐火性を備える材料であり、かつ放電によって発生した所望波長域の可視光を外部に導出することができれば、どのようなもので作られていてもよい。たとえば石英ガラスや透光性アルミナ、YAGなどのセラミックスまたはこれらの単結晶などを用いることができる。

【0062】なお、必要に応じて、気密容器の内面に耐ハロゲン性または耐金属性の透明性被膜を形成するか、気密容器の内面を改質することが許容される。

【0063】電極について

本発明のメタルハライド放電ランプは、交流および直流のいずれで点灯するように構成してもよい。

【0064】したがって、一対の電極は、交流で作動する場合、同一構造とするが、直流で作動する場合、一般に陽極は温度上昇が激しいから、陰極より放熱面積の大きいものを用いる。

【0065】また、本発明はメタルハライド放電ランプが短アーク形であってもよいし、長アーク形であってもよい。

【0066】短アーク形とは、気密容器内に形成される電極間距離を小さくすることにより、アーク放電を電極によって安定させるいわゆる電極安定形のものである。このため、放電ランプの発光をなるべく点光源に近づけることができ、このため反射鏡またはレンズなどの光学

系による集光を効率よく行うことができる。液晶プロジェクタなどの投射用や自動車用などの移動体の前照灯の場合、小形の短アーク形のメタルハライド放電ランプを用いるが、このようなメタルハライド放電ランプの電極間距離は、実際的には6mm以下が好適である。すなわち、電極間距離が6mmを超えると、点光源から離れてしまい、光学系の焦点特性が悪くなり、たとえば液晶プロジェクタ用光源として用いた場合にスクリーン照度が低下してしまう。

【0067】したがって、本発明において小形で短アーク形のメタルハライド放電ランプとは、電極間距離が6mm以下のものをいう。しかし、好ましくは4mm以下、液晶プロジェクタなどの投射用において最適には1~3mmである。なお、電極間距離は、電極の先端で計測する。

【0068】一方、長アーク形とは、気密容器内に形成される電極間距離を気密容器の内径より大きくすることにより、アーク放電を気密容器の内面で安定させるいわゆる管壁安定形のものを用いる。長アーク形のメタルハライド放電ランプは、一般照明用などにおいて広く用いられている。

【0069】放電媒体について

本発明において放電媒体は、前述したように本質的に第1のハロゲン化合物、第2のハロゲン化合物および希ガスからなる。

【0070】第1のハロゲン化合物は、所望の発光たとえば可視光または紫外線を発生する金属のハロゲン化合物である。可視光を利用するために、可視光を効率よく発生する金属のハロゲン化合物を第1のハロゲン化合物とする場合、一般にそれらの金属のハロゲン化合物は点灯中の蒸気圧が必ずしも高くない。

【0071】第2のハロゲン化合物は、点灯中の蒸気圧が相対的に大きくて、かつ第1のハロゲン化合物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属であれば、特定の金属に限定されない。「蒸気圧が大きい」とは、水銀のように大きすぎる必要はなく、好ましくは点灯中の気密容器内の圧力は5気圧程度以下のことである。「第1のハロゲン化合物の金属に比較して可視域に発光しにくい」とは、絶対的な意味で可視光の発光が少ないという意味ではなく、相対的な意味である。

【0072】なぜなら、確かにFeやNiは、紫外域発光の方が可視域発光より多いが、Ti、AlおよびZnなどは可視域に発光が多い。したがって、これらの可視域発光の多い金属を単独で発光させると、エネルギーが当該金属に集中するので、可視域発光が多い。しかし、第2のハロゲン化合物の金属が第1のハロゲン化合物の金属よりエネルギー準位が高いために発光しにくいのであれば、第1および第2のハロゲン化合物が共存している状態では、エネルギーが第1のハロゲン化合物の発光に集中するので、第2のハロゲン化合物の金属の発光は少なくな

らである。

【0073】表1は、本発明の実施に際して効果的な第2のハロゲン化物を1気圧になる温度とともに、例示している。なお、これらの値は文献などによって多少異なる。

No.	第2のハロゲン化物	1気圧になる温度 (°C)
1	AlI <sub>3</sub>	422
2	FeI <sub>2</sub>	827
3	ZnI <sub>2</sub>	727
4	SbI <sub>3</sub>	427
5	MnI <sub>2</sub>	827
6	CrI <sub>3</sub>	827
7	GaI <sub>3</sub>	349
8	ReI <sub>3</sub>	627
9	MgI <sub>2</sub>	927
10	CoI <sub>2</sub>	827
11	NiI <sub>2</sub>	747
12	BeI <sub>2</sub>	487
13	TiI <sub>4</sub>	377
14	ZrI <sub>4</sub>	431
15	HfI <sub>4</sub>	427

表1に示すハロゲン化物は、その殆どが水銀より蒸気圧が低く、またランプ電圧の調整範囲が水銀より狭いが、必要に応じてこれらを複数種混合して封入することにより、ランプ電圧の調整範囲を拡大することができる。たとえば、AlI<sub>3</sub>が不完全蒸発の状態になっていて、しかも所望のランプ電圧が得られていない場合には、AlI<sub>3</sub>を追加してもランプ電圧は変わらない。

【0075】これに対して、AlI<sub>3</sub>の追加に代えてZnI<sub>2</sub>を添加すれば、ZnI<sub>2</sub>の作用により生じる分のランプ電圧が加算されるので、ランプ電圧を増加させることができる。

【0076】さらに、他の第2のハロゲン化物を添加すれば、より高いランプ電圧を得ることができる。

【0077】次に、第2のハロゲン化物は、可視光の発光が禁止されるものではなく、放電ランプが放射する全可視光に対する割合が小さくて影響が少なければ、許容される。

【0078】さらにまた、本発明においては、第1および第2のハロゲン化物に加えてアーク温度の分布を補正して熱損失を低減するためなどの目的で第3のハロゲン化物を必要に応じて封入することができる。

【0079】ハロゲンについて説明する。

【0080】第1および第2のハロゲン化物を構成するハロゲンとしては、ヨウ素が反応性が最も適当であり、臭素、塩素、フッ素の順に反応性が強くなっていくが、要すれば以上のいずれを用いてもよい。

【0081】また、たとえばヨウ化物および臭化物のように異なるハロゲンの化合物を併用することもできる。

【0082】希ガスは、始動用および緩衝ガスとして作用するもので、気密容器を透過しなければ、特に限定さ

り、したがって表1の温度値はおおよその値である。

【0074】

【表1】

れないが、ネオンは石英ガラスを透過しやすいので、気密容器を石英ガラスで形成する場合には、アルゴン、クリプトンまたはキセノンが推奨される。

【0083】希ガスの封入圧力を高くすると、メタルハライド放電ランプの光束立ち上がり特性を向上させることができる。光束立ち上がり特性が良好であることは、どのような使用目的であっても好都合であるが、特に自動車などの移動体の前照灯、液晶プロジェクタなどにおいて極めて重要である。

【0084】水銀について

本発明において、「本質的に水銀が封入されていない」とは、水銀を全く封入していない他に、気密容器の内容積1cc当たり0.3mg未満、好ましくは0.2mg以下の水銀が存在していることを許容するという意味である。

【0085】しかし、水銀を全く封入しないことは環境上望ましいことである。

【0086】従来のように水銀蒸気によって放電ランプの電気特性を維持する場合には、短アーク形においては気密容器の内容積1cc当たり20mg以上、また長アーク形においては同じく5mg以上封入していたことからすれば、本発明は水銀量が実質的に少ないといえる。

【0087】作用について

以上の説明から明らかなように、本発明においては、所望の発光を主として担当する金属のハロゲン化物である第1のハロゲン化物の他に、蒸気圧が比較的大きくて、かつ第1のハロゲン化物に比較して可視域に発光しにくい金属のハロゲン化物を第2のハロゲン化物として、本質的には水銀に代えて封入したので、ランプ電圧は、主として第2のハロゲン化物の蒸発量で決まる。第2のハ

ロゲン化物が不完全蒸発の場合、蒸発量は第 2 のハロゲン化物の蒸気圧で決まる。ハロゲン化物の蒸気圧は最冷部温度で決まる。

【0088】第 2 のハロゲン化物の点灯中の蒸気圧は、水銀のそれより低い、第 1 のハロゲン化物よりは明らかに高く、5 気圧以下程度でもよい。

【0089】したがって、本発明のメタルハライド放電ランプにおいては、水銀を本質的に封入することなく所望に作動し、そのランプ電圧は、水銀を封入した従来技術とほぼ同等の電気特性および発光特性を得ることができる。なお、ここで「ほぼ」とは、従来技術に比較して実用可能な範囲内で多少劣るような差があることを許容するという意味である。このことはまた、この種のメタルハライド放電ランプは電子化点灯装置によって点灯されることもあることを考慮すれば、実用上全く差し支えない範囲である。

【0090】しかし、所望により気密容器に保温手段を適用することにより、さらにランプ電圧を高くすることもできる。

【0091】本発明においては、水銀を本質的に封入していないで、発光に寄与するのは実質的に第 1 のハロゲン化物を構成する発光金属の発光だけであるから、始動時の色度立ち上がりが良好で、ランプへの入力に変化した場合でも、発光の色温度および演色性の変化が少ないから調光が可能である。

【0092】また、本発明においては、メタルハライド放電ランプの形状および寸法などのばらつきに対するランプ特性の変化が少ないので、発光色のばらつきが少ない。

【0093】さらに、本発明においては、瞬時再始動が容易である。第 2 のハロゲン化物の蒸気圧は、水銀に較べると、殆どの場合、明らかに低いからである。このことは、再始動のために印加する始動パルス電圧の波高値を低減することができるから、点灯装置、始動装置、配線および照明器具の絶縁耐力を低くして安価にすることができる。

【0094】さらにまた、本発明においては、点灯中の蒸気圧が極端に高くならないで、水銀封入時の 60% 程度に低減させることは容易であるから、気密容器の点灯中の破裂が少なくなる。

【0095】さらにまた、本発明のメタルハライド放電ランプは、発光効率は同程度にでき、演色性を若干向上することもできる。

【0096】以上のように、本発明においては、短アーク形および長アーク形のいずれにあっても、定常時の特性は従来技術とほぼ同等にすることができる。

【0097】しかも、本発明は、ランプ電力が数 10 W ～数 kW の広い範囲にわたってなりたつ。

【0098】また、本発明においては、気密容器が外気に露出した状態で点灯する単管形であってもよいし、気

密容器が外管内に封装された状態で点灯する 2 重管形であっても所期の作用効果を奏する。さらに、外管内を真空にして熱損失を低減して発光効率を一層向上させることもできる。

【0099】しかし、本発明を短アーク形のメタルハライド放電ランプに適用する場合においては、上述のようにアークが絞られるように構成すれば、集光効率を高めることができ、液晶プロジェクタ、反射鏡と組み合わせて使用される自動車などの移動体の前照灯、店舗用照明器具、光ファイバー照明器具などのような反射鏡の光学系に用いる場合にも照射面照度の著しい向上が得られる。

【0100】請求項 2 の発明のメタルハライド放電ランプは、耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封入した一対の電極と；第 1 のハロゲン化物、第 2 のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第 1 のハロゲン化物は、ナトリウム Na、スカンジウム Sc および希土類金属からなるグループの中から選択された 1 種または複数種のハロゲン化物であり、第 2 のハロゲン化物は、蒸気圧が相対的に大きくて、かつ第 1 のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の 1 種または複数種のハロゲン化物である放電媒体と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないことを特徴としている。

【0101】本発明は、第 1 のハロゲン化物を可視光を発光するもので、かつ発光効率および演色性の点から一般的な各種用途に好適な金属のハロゲン化物範囲に特定したものである。この第 1 のハロゲン化物の範囲内で任意の 1 種または複数種を用いることができる。

【0102】また、水銀を用いない、すなわち水銀を本質的に封入していない（以下、同じ。）ことにより、請求項 1 におけると同様な作用および効果を奏する。

【0103】請求項 3 の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項 1 または 2 記載のメタルハライド放電ランプにおいて、放電媒体は、セシウムのハロゲン化物を含んでいることを特徴としている。

【0104】本発明においては、セシウムのハロゲン化物を封入していることにより、アークの温度分布が水銀を封入した場合のように平坦になって温度勾配が小さくなるために、発光管の熱損失が低減する。このため、セシウムのハロゲン化物を封入しない場合より発光効率が向上し、水銀を封入する場合に近づく。

【0105】さらに詳述すると、以下のとおりである。

【0106】すなわち、ハロゲン化セシウムがアーク中で分解して生じるセシウムは、イオン化電圧が低く、アーク中の比較的溫度が低い領域であるところの「アーク中の中温度部分」でもイオン化して電子を放出しやすい。このため、アーク中にセシウムが存在することにより、アーク中の中温度部分の電子濃度が高くなる。

【0107】ところで、電気伝導度 ( $\sigma$ ) は、電子密度



に比例する。ある温度部分のエネルギー入力、電界強度を  $E$  とすると、 $\sigma E^2$  であるから、電気伝導度 ( $\sigma$ ) が大きいほど、換言すれば電子密度が大きいほど大きい。

【0108】したがって、セシウムハロゲン化物を封入すると、アーク中の中温度領域のエネルギー入力が大きくなり、その結果、アーク中の中温度領域の温度が上昇する。

【0109】これに対して、メタルハライド放電ランプへの全入力是一定のため、エネルギーバランスから、アークの高温度部分の温度は相対的に低下する。

【0110】以上の理由から、アークの温度分布が水銀を封入した場合のように平坦になって温度勾配が小さくなる。

【0111】一方、従来の水銀を封入したメタルハライド放電ランプにおいては、水銀も発光するが、水銀自体は前述したように発光効率が低い。これに対して、本発明においては、水銀を本質的に封入していないので、発光効率が水銀より高い発光金属たとえばスカンジウム  $Sc$  やナトリウム  $Na$  などを用いることにより、高い発光効率を有するメタルハライド放電ランプを実現することができる。

【0112】また、水銀を用いないことにより、請求項 1 におけると同様な作用および効果を奏する。

【0113】請求項 4 の発明のメタルハライド放電ランプは、耐火性で透光性の気密容器、気密容器に封入した一対の電極、ならびに少なくとも発光金属ハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入された放電媒体を備えた発光管と；発光管を収納する外管と；発光管から発生した熱の損失を少なくする保温手段と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないことを特徴としている。

【0114】本発明は、発光管から発生した熱の損失を少なくする保温手段を備えることにより、熱損失を低減して発光効率を向上するように構成したものである。

【0115】保温手段としては、発光管から発生した熱の損失を少なくすることができるのであれば、どのような構成であってもよいが、たとえば以下のような構成であることが許容される。

【0116】外管内を真空にすることにより、発光管からの発生熱の対流および伝導による熱損失が低減して放電媒体が保温される。この場合、具体的な構造、形状および構成材料は問わない。なお、本発明において、外管内が真空であるとは、外管内が  $10^{-6}$  torr 以下の圧力であることをいう。

【0117】また、発光管から外部に放射される熱線を反射して発光管へ戻すとともに、可視光を透過する熱線反射・可視光透過膜を備えることにより、放射による熱損失を低減して放電媒体を保温することができる。熱反射・可視光透過膜は、発光管と外管との間に配設した石

英ガラスなどからなる円筒体や外管の内面、外面または内外両面に形成するか、発光管の外面に形成することができる。

【0118】さらに、上記の各手段を適宜組み合わせ実施することができるのはいうまでもない。

【0119】そうして、本発明においては、発光管から発生する熱の損失を少なくする保温手段を備えているので、発光管の内部で放電により発生した熱の損失が少ないから、発光管の熱損失が低減して発光効率が向上する。

【0120】また、水銀を用いないことにより、請求項 1 におけると同様な作用および効果を奏する。

【0121】請求項 5 の発明のメタルハライド放電ランプは、耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封入した陽極および陰極と；第 1 のハロゲン化物、第 2 のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第 1 のハロゲン化物は、ナトリウム  $Na$ 、スカンジウム  $Sc$  および希土類金属からなるグループの中から選択された 1 種または複数種のハロゲン化物であり、第 2 のハロゲン化物は、蒸気圧が相対的に大きくて、かつ第 1 のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の 1 種または複数種のハロゲン化物である放電媒体と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないとともに直流で点灯されることを特徴としている。

【0122】水銀を封入する従来のメタルハライド放電ランプを直流点灯すると、発光金属たとえばナトリウム  $Na$  やスカンジウム  $Sc$  は正にイオン化されるので、陰極側に吸引され、陽極側は陰極側に比較して発光金属の濃度が小さくなる。一方、水銀も多少陰極側に吸引されるが、元々水銀の量は圧倒的に多いので、陽極側にも十分な量の水銀が存在する。その結果、陰極側は発光金属が十分発光するが、陽極側は発光金属の発光が著しく弱くなり、水銀の発光が主となる。このため、電極間に著しい色分離を来すので、実用に適さない。したがって、色分離を問題にする応用分野においては、水銀を封入するメタルハライド放電ランプは、専ら交流点灯により使用されている。

【0123】これに対して、本発明においては、水銀を本質的に封入しない代わりに第 2 のハロゲン化物を封入するとともに、直流点灯するように構成しているにもかかわらず、電極間の色温度の差は小さく、十分に実用できる。これは第 2 のハロゲン化物は、可視域に発光しにくいので、第 1 のハロゲン化物の金属が陽極側でも強く発光するからである。

【0124】また、自動車などの移動体の前照灯および液晶プロジェクタ用ランプなどでは、メタルハライド放電ランプを電子化された点灯装置を用いられているが、交流点灯の場合には、バッテリー電源の直流または商用周波数の交流を整流した直流を高周波交流に変換してからメタルハライド放電ランプに供給するのが一般的であ

る。

【0125】これに対して、本発明においては、直流点灯する構成であるから、高周波交流に変換する必要がない。このため、電子化点灯装置の回路構成を簡素化して、小形、軽量かつ安価な点灯装置を用いることができる。

【0126】さらに、水銀を用いないことにより、請求項1におけると同様な作用および効果を奏する。

【0127】請求項6の発明のメタルハライド放電ランプは、耐火性で透光性の気密容器と；気密容器に封入した一対の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含んで気密容器内に封入され、第1のハロゲン化物は、ナトリウムNaおよびスカンジウムScからなるハロゲン化物であり、第2のハロゲン化物は、蒸気圧が相対的に大きくて、かつ第1のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属の1種または複数種のハロゲン化物である放電媒体と；を具備し、本質的に水銀が封入されていないとともに定格ランプ電力が100W以下の前照灯用であることを特徴としている。

【0128】自動車などの移動体の前照灯用で定格ランプ電力が100W以下のメタルハライド放電ランプは、電極間距離が小さくて管壁負荷が大きいという特徴がある。

【0129】このため、水銀を封入する従来のメタルハライド放電ランプの場合には、既述のように所要のランプ電圧を得るために水銀蒸気圧が20気圧以上の高圧になり、これに伴って気密容器が相対的に破損しやすい。

【0130】また、光束立ち上がり特性を向上させる必要からキセノンも高圧で封入し、点灯中35気圧程度になる。このため、始動ガスを絶縁破壊して始動させるのに高電圧で、しかもパワーの大きな始動用のパルス電圧を印加する必要がある。瞬時再始動時には、さらに高い始動用のパルス電圧が必要となるから、点灯回路、照明器具および配線の絶縁耐力のグレードを見合う高さにする必要があり、したがって、高価になる。

【0131】さらに、キセノンの高圧封入と、高い始動用パルス電圧の印加および点灯直後に大電流を流し、徐々に電流を低減させる手段の採用とにより、光束立ち上がり特性の問題は解決したが、色度立ち上がり特性が悪い。すなわち、最初キセノンが発光し、次に水銀が発光する。この水銀の発光は10～20秒後まで続く。水銀の発光は、演色性が悪く、必要な白色範囲にも入らない。

【0132】これに対して、本発明においては、水銀を封入しないので、従来の60％程度の圧力にすることができ、気密容器の破損の問題、始動用のパルス電圧の問題が著しく軽減される。

【0133】また、第1のハロゲン化物をナトリウムNaおよびスカンジウムScからなるグループに限定した

ことにより、前照灯として必要な白色発光でありながら発光効率がすこぶる高い発光が得られる。

【0134】さらに、水銀を封入しないことにより、請求項1におけると同様な作用および効果を奏するので、本発明の構成は移動体の前照灯として甚だ好適なものである。

【0135】請求項7の発明は、請求項1ないし3のいずれか一、5または6記載のメタルハライド放電ランプにおいて、第2のハロゲン化物は、マグネシウムMg、鉄Fe、コバルトCo、クロムCr、亜鉛Zn、ニッケルNi、マンガンMn、アルミニウムAl、アンチモンSb、ベリリウムBe、レニウムRe、ガリウムGa、チタンTi、ジルコニウムZrおよびハフニウムHfからなるグループの中から選択された1種または複数種のハロゲン化物であることを特徴としている。

【0136】本発明は、第2のハロゲン化物として好適な金属を特定したものである。

【0137】請求項8の発明は、請求項1ないし3のいずれか一または5ないし7のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプにおいて、第2のハロゲン化物は、鉄Fe、亜鉛Zn、マンガンMn、アルミニウムAlおよびガリウムGaからなるグループの中から選択された1種または複数種のハロゲン化物を主体としていることを特徴としている。

【0138】本発明は、第2のハロゲン化物として最適な金属を特定したものである。ただし、これらの金属は、主成分として用いられて最適であるが、マグネシウムMg、コバルトCo、クロムCr、ニッケルNi、アンチモンSb、ベリリウムBe、レニウムRe、チタンTi、ジルコニウムZrおよびハフニウムHfのグループから選択された1種または複数種を副成分として添加することにより、さらにランプ電圧を高くすることができる。

【0139】請求項9の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項1ないし3のいずれか一または5ないし8のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプにおいて、第2のハロゲン化物は、気密容器の内容積1cc当たり0.05～200mg封入されていることを特徴としている。

【0140】本発明は、第2のハロゲン化物の一般的に適用可能な封入量の範囲を特定している。封入するハロゲン化物によっては、好適な範囲はさらに狭いが、全体としての範囲であることを留意すれば許容される。

【0141】請求項10の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6記載のメタルハライド放電ランプにおいて、第2のハロゲン化物は、気密容器の内容積1cc当たり1～200mg封入されていることを特徴としている。

【0142】本発明は、移動体の前照灯用として好適な第2のハロゲン化物の封入量を規定したものである。

【0143】請求項11の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項1ないし10記載のメタルハライド放電ランプにおいて、希ガスは、1気圧以上の圧力で封入されていることを特徴としている。

【0144】本発明は、希ガスの圧力を高くして光束立ち上がり特性を向上させたものである。光束立ち上がり特性が良好であることは、どのような使用目的であっても好都合であるが、特に液晶プロジェクタ、自動車などの前照灯などの用途において極めて重要である。

【0145】また、このような用途に対しては、小形で短アーク形のメタルハライド放電ランプが好適である。

【0146】請求項12の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6または10記載のメタルハライド放電ランプにおいて、希ガスは、1ないし15気圧の圧力で封入されていることを特徴としている。

【0147】本発明は、移動体の前照灯用として好適な希ガスの封入圧力を規定したものである。

【0148】請求項13の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6、10または12記載のメタルハライド放電ランプにおいて、気密容器は、最大径部が内径3～10mm、外径が5～13mmであることを特徴としている。

【0149】本発明は、移動体の前照灯用としてのメタルハライド放電ランプにおける気密容器の好適な寸法を規定したものである。

【0150】請求項14の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6、10、12または13のいずれか記載の発明のメタルハライド放電ランプにおいて、電極間距離が1～6mmであることを特徴としている。

【0151】本発明は、移動体の前照灯用として好適な電極間距離を規定したものである。電極間距離が6mmを超えると、点光源から離れてしまい、集光作用が低下する。電極間距離は、さらに好ましくは1～5mmである。

【0152】請求項15の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6、10または12ないし14のいずれか記載の発明のメタルハライド放電ランプにおいて、直流で点灯されるように構成されていることを特徴としている。

【0153】本発明は、直流点灯することにより、移動体の前照灯用として点灯装置を小形、軽量かつ安価にできるメタルハライド放電ランプを提供するものである。すなわち、自動車などの移動体は、前述のように一般的にバッテリー電源を備えているので、直流を交流に変換してからメタルハライド放電ランプに供給して点灯するより、直流を使用する方が点灯装置の回路構成が簡素化される。なお、直流を所望の電圧にするために、昇圧チョッパまたは降圧チョッパなどの制御手段を用いる場合であっても上記の効果は不変である。なぜなら、交流点灯の場合であっても上記制御手段を必要な場合には用い

るからである。

【0154】このように直流点灯が可能なのは、水銀を封入しないに伴い色分離が実用上差し支えない程度になるからである。

【0155】請求項16の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6、10または12ないし15のいずれか記載のメタルハライド放電ランプにおいて、放電媒体は、セシウムのハロゲン化物を含んでいることを特徴としている。

【0156】本発明は、移動体の前照灯用としてのメタルハライド放電ランプにおいて、セシウムのハロゲン化物を封入してアークの勾配を平坦化して発光効率を向上するようにしたもので、これにより発光効率は従来の水銀を封入したものよりさらに高くすることができる。

【0157】請求項17の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6、10または12ないし16のいずれか記載のメタルハライド放電ランプにおいて、気密容器を収納し、内部が真空中に維持された外管を備えていることを特徴としている。

【0158】本発明は、移動体の前照灯用としてのメタルハライド放電ランプにおいて、気密容器を内部が真空の外管に収納して気密容器の熱損失を低減することにより、発光効率を向上するようにしたもので、これにより発光効率は従来の水銀を封入したものよりさらに高くすることができる。

【0159】請求項18の発明のメタルハライド放電ランプは、請求項6、10または12ないし17のいずれか記載のメタルハライド放電ランプにおいて、外部に導出される光から紫外線を実質的に除去する紫外線除去手段を備えていることを特徴としている。

【0160】「紫外線を実質的に除去する」とは、実用上紫外線の量が許容される範囲にまで除去されていることを意味するもので、紫外線が完全に100%カットされていなければならないものではない。

【0161】紫外線除去手段は、紫外線が実質的に除去されていれば、どのような構造であってもよい。たとえば、発光管を紫外線カット性能を有する組成のガラス材料からなる外管内に発光管を収納する。なお、外管内は外気と連通していてもよいし、気密で、しかも内部を真空中にしてあってもよい。

【0162】また、発光管の内面または自体に紫外線除去性能を付与してもよい。発光管の内面または外面の材料組織を紫外線遮断性の組織に置換したり紫外線遮断性の透光性材料の膜を被着させることにより、紫外線遮断性能を付与できる。

【0163】さらに、発光管の外側に紫外線遮断性の筒体を配設してもよい。

【0164】そうして、本発明においては、外部に導出される紫外線を実質的に除去するので、前照灯が紫外線によって劣化したり、人の眼を紫外線の照射から防止す

る。

【0165】また、外管を用いる場合には、外管によって気密容器を機械的保護することも可能である。

【0166】請求項19の発明のメタルハライド放電ランプ点灯装置は、請求項6、10または12ないし18のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプと；メタルハライド放電ランプを点灯直後に定格ランプ電流の3倍以上の電流を供給し、時間の経過に伴い電流を低減するように構成されている点灯回路と；を具備していることを特徴としている。

【0167】本発明は、移動体の前照灯用として要求される光束立ち上がり特性を満足するメタルハライド放電ランプ点灯装置を規定している。

【0168】点灯回路は、交流動作および直流動作のいずれでもよい。

【0169】また、点灯回路は、上記の構成を具備していれば、回路構成は問わない。

【0170】請求項20の発明の照明装置は、照明装置本体と；照明装置本体に支持された請求項1ないし18のいずれか一記載のメタルハライド放電ランプと；を具備していることを特徴としている。

【0171】本発明は、請求項1ないし18のメタルハライド放電ランプを何らかの照明の目的のために使用する装置の全てに適応するものである。短アーク形の場合には、特に反射鏡およびまたはレンズなどの光学系と組み合わせて用いる照明装置、たとえば液晶プロジェクタ、オーバーヘッドプロジェクタ、自動車などの移動体の前照灯、光ファイバー照明装置、スポットライトなどの店舗用照明器具などに好適である。

【0172】また、長アーク形の場合には、一般照明用の各種照明器具たとえばダウンライト、天井直付け灯、道路用照明器具、トンネル用照明器具および投光器など、さらには表示装置などに用いることができる。

【0173】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

(1) 実施形態1について

ランプ	第2のハロゲン化物	ランプ電圧(V)	発光効率(lm/W)	色温度(K)	スクリーン照度比
1 (従来例)	—	75	71	8700	1.0
2	AlI <sub>3</sub>	62	72	9120	1.4
3	FeI <sub>3</sub>	70	70	9210	1.35
4	ZnI <sub>3</sub>	73	68	9160	1.42
5	SbI <sub>3</sub>	63	73	8930	1.35
6	MnI <sub>3</sub>	55	72	9040	1.42
7	CrI <sub>3</sub>	58	69	9100	1.45
8	GaI <sub>3</sub>	59	68	9030	1.39
9	ReI <sub>3</sub>	61	70	9240	1.37
10	TiI <sub>4</sub>	72	70	9220	1.38

表2から、本実施形態においては、ランプ電圧50V以上、発光効率および色温度が従来例と同程度のメタルハ

図1は、本発明のメタルハライド放電ランプの第1の実施形態を示す正面図である。

【0174】図において、1は気密容器、2は電極、3は封着金属箔、4は外部リード線である。

【0175】本実施形態は、短アーク形に実施した場合を示す。

【0176】気密容器1は、石英ガラスを内径14mmの回転楕円面形状に成形してなり、楕円の長軸方向の両端に一对の細長い封止部1a、1aを一体に備えている。

【0177】電極2は、電極軸2aおよび電極軸2aの先端部を少し突出させて電極コイル2bを巻回してなる。電極軸2aの基部は、封止部1a内において、封着金属箔3の一端に溶接されている。電極間距離は4mmに設定されている。

【0178】封着金属箔3は、モリブデン箔からなり、封止部1a内に気密に封着されるとともに、他端に外部リード線4が溶接されている。

【0179】気密容器1内には、放電媒体として、希ガス、第1のハロゲン化物および第2のハロゲン化物が封入されている。

【0180】希ガスとして、アルゴン500torrを封入した。

【0181】第1のハロゲン化物として、ヨウ化ジスプロシウムDyI<sub>3</sub>を1mg、ヨウ化ネオジムNdI<sub>3</sub>を1mg封入した。

【0182】第2のハロゲン化物として、表1に示すハロゲン化物を8mg封入した。

【0183】そうして、得られた短アーク形のメタルハライド放電ランプについて、入力電力150W一定で点灯して、ランプ電圧、発光効率および色温度を、以下に示す従来例とともに測定した結果を表2に示す。

【0184】なお、従来例は、第2のハロゲン化物に代えて水銀13mgを封入した以外は本実施形態と同一仕様である。

【0185】

【表2】

ランプ	第2のハロゲン化物	ランプ電圧(V)	発光効率(lm/W)	色温度(K)	スクリーン照度比
1 (従来例)	—	75	71	8700	1.0
2	AlI <sub>3</sub>	62	72	9120	1.4
3	FeI <sub>3</sub>	70	70	9210	1.35
4	ZnI <sub>3</sub>	73	68	9160	1.42
5	SbI <sub>3</sub>	63	73	8930	1.35
6	MnI <sub>3</sub>	55	72	9040	1.42
7	CrI <sub>3</sub>	58	69	9100	1.45
8	GaI <sub>3</sub>	59	68	9030	1.39
9	ReI <sub>3</sub>	61	70	9240	1.37
10	TiI <sub>4</sub>	72	70	9220	1.38

ライド放電ランプが得られた。

【0186】次に、上記の放電ランプを図2に示す光学

系と組み合わせてスクリーン照度比を測定し、その結果を表 2 に併せて掲載した。

【0187】図 2 は、RGB 色分離方式液晶プロジェクタの光学系の概念的説明図である。

【0188】図において、5 は図 1 に示すメタルハライド放電ランプ、6 は反射鏡、7 は紫外線・赤外線カットフィルタ、8 a、8 b は色分離ダイクロイックミラー、9<sub>b</sub>、9<sub>c</sub>、9<sub>r</sub> は液晶パネル、10 a、10 b はミラー、11 a、11 b は色合成ミラー、12 は投射レンズ、B は青色光軸、G は緑色光軸、R は赤色光軸である。

【0189】液晶パネル 9<sub>b</sub> は青、9<sub>c</sub> は緑、9<sub>r</sub> は赤色のそれぞれの画像信号によって駆動される。

【0190】表 2 から明らかなように、本実施形態の放電ランプは、従来例に比較して約 1.4 倍のスクリーン照度が得られた。

【0191】次に、本実施形態の放電ランプおよび従来例のアーキ温度分布をそれぞれ測定した結果を図 3 に基

ランプ	70W	90W	110W	130W
1 (従来例)	6510K	6930K	7560K	8030K
2	8630K	8740K	8900K	9060K
3	8720K	8860K	9030K	9180K

前述したように、ランプ 1 (従来例) においては、入力低減した場合、相対的に水銀による発光が支配的になるので、色温度が著しく低下する。

【0197】しかしながら、ランプ 2 および 3 (本実施形態) においては、水銀を本質的に封入していないし、また第 2 のハロゲン化物による可視光の発光が少ないから、入力低減した場合にも発光金属による発光が主な発光である。そして、発光金属の蒸気圧が入力の低減に

応じて蒸気圧が低下する分色温度が若干低下している。

【0198】上記の場合、150W (表 2 参照) から 70W (表 3 参照) まで変化させたとき、従来例では 2190K 変化した。

【0199】これに対して、本実施形態においては 500K 以下の変化にとどまった。

【0200】次に、再始動について評価した結果を表 4 に示す。

【0201】

【表 4】

ランプ	再始動電圧 (kV)
1 (従来例)	12
2	4
3	3
4	5
5	3
6	4
7	4
8	5
9	3

づいて説明する。

【0192】図 3 は、表 1 におけるランプ 2 (本実施形態) およびランプ 1 (従来例) のアーキ温度分布を示すグラフである。

【0193】図において、横軸は気密容器の電極間の中央断面におけるラジアル方向の位置を、縦軸はアーキ温度 (K) を、それぞれ示す。

【0194】曲線 A は本実施形態のランプ 2 のアーキ温度分布曲線、曲線 B は従来例のアーキ温度分布曲線である。本実施形態の放電ランプは、アーキが絞られていることが分かる。

【0195】さらに、表 2 におけるランプ 2 および 3 (本実施形態) と、ランプ 1 (従来例) とについて、入力電力 70W、90W、110W および 130W で点灯したときの色温度を測定した結果を表 3 に示す。

【0196】

【表 3】

10

6

表 4 に示すように、本実施形態においては、再始動電圧は低い。それは、第 2 のハロゲン化物の点灯中の蒸気圧が水銀に比較して低く、たとえばランプ 3 の場合、0.6 気圧であり、他のハロゲン化物でもせいぜい 5 気圧以内だからである。

【0202】これに対して、水銀を封入している従来例では 28 気圧であるので、表 4 に示すように再始動電圧が高い。

【0203】図 4 は、本発明のメタルハライド放電ランプの第 1 の実施形態を反射鏡と一体化して構成したプロジェクタ用ランプを示す一部断面正面図である。

【0204】図において、図 1 と同一部分には同一符号を付して説明は省略する。

【0205】本実施形態は、図 1 に示したメタルハライド放電ランプ 5 と反射鏡 6 とが一体化したものである。

【0206】なお、5 b は保温膜で、メタルハライド放電ランプ 5 の反射鏡 6 の投光開口側の電極を包囲する気密容器 1 の外面に形成している。

【0207】反射鏡 6 は、回転 2 次曲面を備え、ガラス成形により形成されているが、頂部にネック部 6 a を有し、反射鏡主体部 6 b の内面に可視光反射・赤外線透過性の多層干渉反射膜 6 c が被着されている。また、反射鏡主体部 6 b には、透孔 6 d が形成されている。

【0208】そして、メタルハライド放電ランプ 5 は、その口金 5 a をネック部 6 a 内に口金セメント 7 を介して固着されている。さらに、給電線 8 が反射鏡 6 の透孔 6 d を通過して反射鏡 6 の背面側に導出されている。

50

【0209】9は電子点灯装置で、メタルハライド放電ランプ5に所要の電圧およびランプ電流を供給する。

(2) 実施形態2について

図5は、本発明の照明装置の第1の実施形態としての図4に示すプロジェクタ用ランプを用いた液晶プロジェクタを示す概念図である。

【0210】図において、図4と同一部分には同一符号を付して説明は省略する。

【0211】11は液晶表示手段、12は画像制御手段、13は光学系、14は本体ケース、15はスクリーンである。

【0212】液晶表示手段11は、投射すべき画像を液晶によって表示するもので、その背面からメタルハライド放電ランプ装置のメタルハライド放電ランプ5から放射され、反射鏡6で集光された照明光を照射される。

【0213】画像制御手段12は、液晶表示手段11を駆動および制御するもので、要すればテレビジョン受信機能をも備えることができる。

【0214】本体ケース14は、以上の各要素を収納する。

【0215】光学系13は、液晶表示手段11を通過した光をスクリーン15に投射する。

(3) 実施形態3について

図6は、本発明のメタルハライド放電ランプの第2の実

ランプ	第2のハロゲン化物	ランプ電圧(V)
1(従来例)	—	83
2	AlI <sub>3</sub>	62
3	FeI <sub>3</sub>	70
4	ZnI <sub>2</sub>	75
5	SbI <sub>3</sub>	63
6	MnI <sub>3</sub>	55
7	CrI <sub>3</sub>	58
8	GaI <sub>3</sub>	59
9	ReI <sub>3</sub>	61

表5から明らかなように、本実施形態においては、ランプ電圧が50V以上で、発光効率は従来例より若干低いが、演色性が向上する傾向が見られた。

【0224】以上から、本実施形態は、定常時の特性が従来例とほぼ同等であると評価できる。

【0225】次に、表5における本実施形態のランプ3

ランプ	15W
1(従来例)	演色性(Ra) 40
	色温度(K) 5640
3	演色性(Ra) 63
	色温度(K) 4530

表6に示すように、ランプ1の従来例では35W(表5参照)から15Wまで入力を変化させた場合、色温度が1520K変化し、演色性は23変化した。これでは変化が大きすぎて、実際上調光できない。

【0227】これに対して、本実施形態においては、色

施形態を示す中央断面正面図である。

【0216】図において、図1と同一部分には同一符号を付して説明は省略する。

【0217】本実施形態もまた短アーク形に実施した場合を示し、気密容器1の内容積が0.05ccの小形のメタルハライド放電ランプである点において異なる。

【0218】気密容器1は内径4mmである。

【0219】電極2は、電極コイルを装着していない。電極間距離は4.2mmである。

【0220】放電媒体は以下のとおりである。キセノン1気圧、第1のハロゲン化物はヨウ化スカンジウムScI<sub>3</sub>を0.14mg、ヨウ化ナトリウムNaIを0.86mg封入した。また、第2のハロゲン化物としては、表5に示すハロゲン化物を1mg封入した。

【0221】そうして、得られたメタルハライド放電ランプについて、入力電力35W一定で点灯して、ランプ電圧、発光効率、平均演色評価数(以下、「演色性」という。)Raおよび色温度を、以下に示す従来例とともに測定した結果を併せて表5に示す。

【0222】従来例は、第2のハロゲン化物に代えて水銀1mgを封入した以外は本実施形態と同一仕様である。

【0223】

【表5】

発光効率(lm/W)	演色性(Ra)	色温度(K)
80	63	4120K
78	65	3860K
73	71	4210K
78	65	3830K
75	66	3790K
72	68	3950K
74	65	3860K
76	66	3760K
78	64	3840K

とランプ1(従来例)とについて、入力電力15W、20W、25Wおよび30Wで点灯したときの演色性および色温度を測定した結果を表6に示す。

【0226】

【表6】

20W	25W	30W
45	58	61
4970	4630	4350
64	66	69
4440	4310	4240

温度の変化は320K、演色性の変化はわずかに8であり、十分調光が可能である。

【0228】次に、再始動について評価した結果を表7に示す。

【0229】なお、ランプ10として、キセノンXeを

1 0 0 t o r r 封入した以外はランプ 3 と同一仕様の放電ランプを製作して、これについても再始動電圧を測定した結果を示す。

【0 2 3 0】

【表 7】

ランプ	再始動電圧 (k V)
1 (従来例)	1 4
3	7
1 0	3

表 7 に示すように、本実施形態は再始動電圧は従来例に 10 比較して半分になる。特に希ガスの封入圧を低くして、光束立ち上がりを重視しない放電ランプ 1 0 においては、著しい改善が見られた。

【0 2 3 1】図 7 は、本発明のメタルハライド放電ランプの第 2 の実施形態において、キセノン X e の封入圧に対する光束立ち上がり時間の関係を示すグラフである。

【0 2 3 2】図において、横軸は X e 封入圧 (気圧) を、縦軸は光束立ち上がり時間 (秒) を、それぞれ示す。

【0 2 3 3】図から明かなように、封入圧が 1 気圧以上 20 になると、光束立ち上がり時間が著しく短縮されるが、1 気圧未満では著しく長い。

【0 2 3 4】図 8 は、同じく第 2 の実施形態において、第 2 のハロゲン化物としてヨウ化鉄 F e I<sub>2</sub> を用いた場合の封入量に対するランプ電圧の関係を示すグラフである。

【0 2 3 5】図において、横軸は F e I<sub>2</sub> の封入量 (m g / c c) を、縦軸はランプ電圧 (V) を、それぞれ示す。

【0 2 3 6】図によれば、ランプ電圧が 3 0 V を超える 30 ののは気密容器の内容積 1 c c 当たり 1 m g 以上であることが分かる。

【0 2 3 7】なお、気密容器の内容積 1 c c 当たり 2 0 0 m g 以上では未蒸発の F e I<sub>2</sub> が光を吸収するために発光効率が低下する。

(4) 実施形態 4 について

図 9 は、本発明のメタルハライド放電ランプの第 3 の実施形態を示す正面図である。

【0 2 3 8】本実施形態は、図 6 に示すのと同様な小形の短アーク形のメタルハライド放電ランプをさらに自動車などの移動体の前照灯に装着するように構成したものである。 40

【0 2 3 9】2 1 は外管、2 2 は口金、2 3 は絶縁チューブである。

【0 2 4 0】外管 2 1 は、紫外線カット性能を備えており、内部に図 6 に示すのとはほぼ同様な構造のメタルハライド放電ランプ 5' を収納していて、両端が封止部 1 a に固定されているが、気密ではなく、外気に連通している。一方の封止部 1 a が口金 2 2 に植立されている。他端から導出された外部リード線 4 は外管 2 1 に平行に延 50

在して口金 2 2 内に導入され、図示しない端子に接続されている。

【0 2 4 1】絶縁チューブ 2 3 は、外部リード線を被覆する。

(5) 実施形態 5 について

図 1 0 は、本発明の照明装置の第 2 の実施形態としての自動車などの移動体用の前照灯を示す斜視図である。

【0 2 4 2】図において、3 1 は反射鏡、3 2 は前面カバーである。

【0 2 4 3】反射鏡 3 1 は、プラスチックの成形によって異形の回転放物面に形成され、頂部背面から図 9 に示すメタルハライド放電ランプ (図示しない。) を着脱するように構成されている。

【0 2 4 4】前面カバー 3 2 は、透明性のプラスチックの成形によりプリズムまたはレンズを一体に形成していて、反射鏡の前面開口に気密に装着される。

(6) 実施形態 6 について

図 1 1 は、本発明のメタルハライド放電ランプの第 4 の実施形態を示す正面図である。

【0 2 4 5】図において、4 1 は発光管、4 2 は第 1 の支持バンド、4 3 は第 1 の導体枠、4 4 はフレアステム、4 5 はバイメタルおよび始動抵抗、4 6 は第 2 の支持バンド、4 7 は第 2 の導体枠、4 8 は導線、4 9 は外管、5 0 は口金である。

【0 2 4 6】発光管 4 1 は、内径 2 0 m m の細長い石英ガラス管の両端に一对の主電極と一方の主電極に接近して 1 本の始動用補助極とを封着して、電極間距離 4 2 m m に設定されている。

【0 2 4 7】第 1 の支持バンド 4 2 は、発光管 4 1 の図において上部側のピンチシール部を抱持して、第 1 の導体枠 4 3 に固定している。

【0 2 4 8】第 1 の導体枠 4 3 は、フレアステム 4 4 に固定されるとともに発光管 4 1 の上部の主電極に電圧を印加する。

【0 2 4 9】フレアステム 4 4 は、外管 4 9 のネック部に封着されている。

【0 2 5 0】バイメタルおよび始動抵抗 4 5 は、始動回路を形成しており、始動時に始動用補助極に近接する主電極と反対の極性の電圧を印加する。

【0 2 5 1】第 2 の支持バンド 4 6 は、発光管 4 1 の図において下部のピンチシール部を抱持して、第 2 の導体枠 4 7 に固定している。

【0 2 5 2】第 2 の導体枠 4 7 は、外管 4 9 のトップ部に固定されている。

【0 2 5 3】導線 4 8 は、一端がフレアステム 4 4 の導入線に接続し、他端が第 2 の支持バンド 4 6 に接続して、第 2 の導体枠 4 7 を介して発光管 4 1 の他方の主電極に接続している。

【0 2 5 4】外管 4 9 は、上記の構成により内部に発光管 4 1、バイメタルおよび始動抵抗 4 5 を封装してい

る。図示しないが初期ゲッタを装着して内部の不純ガスを吸着させている。

【0255】ところで、発光管41内には、第1のハロゲン化物としてヨウ化スカンジウム $\text{ScI}_3$ を3mg、ヨウ化ナトリウム $\text{NaI}$ を15mg封入した。第2のハロゲン化物として表8に示すハロゲン化物を20mg封入し、さらに希ガスとしてアルゴン20torrを封入した15種類のメタルハライド放電ランプを製作した。これらのランプの内、ランプ14はランプ2の仕様に加えて $\text{ZnI}_2$ を5mg添加したものである。また、ランプ15はランプ10の仕様に加えて $\text{FeI}_2$ を5mg添加したものである。そのいずれも第2のハロゲン化物を

ランプ	第2のハロゲン化物	ランプ電圧(V)
1(従来例)	—	132
2	$\text{AlI}_3$	112
3	$\text{FeI}_2$	118
4	$\text{ZnI}_2$	120
5	$\text{SbI}_3$	114
6	$\text{MnI}_2$	83
7	$\text{CrI}_2$	109
8	$\text{GaI}_3$	125
9	$\text{ReI}_3$	103
10	$\text{MgI}_2$	78
11	$\text{CoI}_2$	118
12	$\text{NiI}_2$	109
13	$\text{BeI}_2$	95
14	$\text{AlI}_3 + \text{ZnI}_2$	137
15	$\text{MgI}_2 + \text{FeI}_2$	105

上記実施形態における電気特性について説明する。

【0259】表8から明かなように、従来例のランプ電圧は、水銀の封入量で決まる。

【0260】これに対して、本実施形態のランプ電圧は、主として第2のハロゲン化物の蒸発量により支配されている。この場合、発光管41に保温手段を配設すると、たとえばランプ3のヨウ化鉄 $\text{FeI}_2$ を封入したものにおいても所要のランプ電圧を呈するのに必要な蒸発量を得ることができる。

【0261】したがって、発光管41の保温の程度を適当に設定することにより、従来例と同様なランプ電圧を得ることができる。

【0262】次に、発光特性について説明する。

【0263】ランプ3においては、可視域に少し第2のハロゲン化物の金属である鉄 $\text{Fe}$ の発光が見られるが、水銀の発光がなくなる。

【0264】発光効率は、少し低下するが、演色性は少し上昇する。なお、鉄 $\text{Fe}$ のハロゲン化物を単独で封入すると、強い紫外線を放射するが、第1のハロゲン化物と併せて封入することにより、強い紫外線の放射は大幅

ランプ	200W
1	演色性(Ra) 38

複数種にしてランプ電圧を増大させようと企図したものである。

【0256】なお、比較のために、従来例として第2のハロゲン化物に代えて水銀を40mg封入した以外は、本実施形態と同じ仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0257】そうして、本実施形態および従来例についてランプ入力400W一定で点灯してランプ電圧、発光効率、色温度および演色性を、従来例とともに測定した結果を表8に示す。

【0258】

【表8】

発光効率(lm/W)	色温度(K)	演色性(Ra)
101	4320	62
96	4120	65
95	4510	68
98	4160	65
94	4040	69
93	4210	64
96	4260	68
97	4130	67
91	4240	69
95	4140	66
95	4480	68
95	4410	69
93	4210	63
97	4150	65
95	4210	67

に弱められることが分かった。さらに、他の第2のハロゲン化物との混合使用によっても紫外線の放射は低減する。

【0265】上述したように、長アーク形のメタルハライド放電ランプにおいても、環境負荷の大きい水銀を使用しなくても、ランプの電気特性および発光特性を水銀を封入する従来技術と同等にすることができることが確認された。

【0266】また、ランプ15およびランプ16に見られるように、第2のハロゲン化物として、複数の金属を併用することにより、ランプ電圧を水銀と同様なレベルに調整することも確認された。

【0267】次に、本発明の第4の実施形態と同一構造のメタルハライド放電ランプをランプ電力350W、300W、250Wおよび200Wで点灯したときの演色性および色温度の変化を従来例と比較して表9に示す。なお、ランプの項の数字は表8の同一数字と同一のランプを示す。

【0268】

【表9】

250W	300W	350W
46	54	60



2	演色性(Ra)	60
	色温度(K)	4560

6 1	6 2	6 4
4 4 5 0	4 2 2 0	4 1 0 0

表9から明かなように、従来例はランプ電力が低減するに伴い色温度が著しく高くなるとともに、演色性が大きく低下する。

【0269】これに対して、本実施形態のランプ2は演色性、色温度ともに変化が極めて少ない。

【0270】以上から本実施形態によれば、ランプ電力 10 が変化しても演色性および色温度が殆ど変化しないので、調光が可能であることが確認された。

【0271】図12は、従来の長アーチ形のメタルハライド放電ランプの分光分布を示すグラフである。

【0272】図において、横軸は波長（nm）を、縦軸は相対放射パワー（%）を、それぞれ示す。

【0273】このメタルハライド放電ランプは、表8におけるランプ1であり、主な輝線スペクトルには矢印とその上に発光した元素の化学記号を付している。すなわち、このランプの発光は、主としてスカンジウムSc、ナトリウムNaおよび水銀Hgの発光により構成されている。

【0274】そうして、ランプ入力を低減していくと、ヨウ化スカンジウム  $\text{ScI}$ 、やヨウ化ナトリウム  $\text{NaI}$  は蒸気圧が低いので、蒸発量が減少する。

【0275】一方、水銀は蒸気圧が高いので、たとえばランプ入力を200Wまで下げても全てが蒸発している。すなわち、ランプ電力を低減すると、相対的に水銀による発光が支配的になり、色温度が高くなっていく。このように従来例においては、ランプ電力を変化させて調光しようとする、色温度の大きな変化が発生してしまう。

【0276】これに対して、本発明の第4の実施形態においては、ランプ電力を低減すると、ナトリウムNaとスカンジウムScとが同じような割合で減少していく。しかも、第2のハロゲン化物の可視域の発光はわずかであるので、メタルハライド放電ランプの発光特性には殆ど影響を与えない。したがって、上記実施形態においては、ランプ電力を低減しても色温度の変化が少ないのである。再び表8および表9に戻って説明すると、ランプ電力を400Wから200Wまで変化させたときに、色温度が従来例では1690K変化するのに対して、第4の実施形態においては440Kの変化にとどまった。

(7) 実施形態7について

ランプ	第2のハロゲン化合物	ランプ電圧 (V)	発光効率 (lm/W)	色温度 (K)	演色性 (Ra)
1 (従来例)	—	122	71	4120	61
2	AlI <sub>3</sub>	112	67	4140	65
3	FeI <sub>2</sub>	110	66	4480	67
4	ZnI <sub>2</sub>	111	68	4160	64
5	SbI <sub>3</sub>	106	63	4140	68

図13は、本発明のメタルハライド放電ランプの第5の実施形態を示す要部断面正面図である。

【0277】図において、51は気密容器、52は電極、53は保温手段、54は外管、55は支持バンド、56は口金、57は導入線である。

【0278】気密容器51は、石英ガラス製で、内径12mmである。気密容器51の両端にはピンチシール部51aが形成されている。

【0279】電極52は、気密容器51内の両端において縮径された部分の中心部に位置され、基端部がピンチシル部51aに埋設されることにより、気密容器51に対して固定されて、電極間距離が17mmに設定されている。

【0280】保温手段53は、気密容器51の電極を取り巻く部分の外面に配設されている。

【0281】外管54は、石英ガラスの筒体の両端をピンチシール部54aによってシールして形成されていて、支持バンド55、55を介することによって、内部に比較的狭い間隙を形成しながら気密容器51を収納している。

【0282】口金56は、外管54の両端のピンチシール部54aに口金セメントによって装着されている。

【0283】導入線57は、外管54のピンチシール部54aと気密容器51のピンチシール部51aとの間を接続している。

【0284】ところで、気密容器51内には、第1のハロゲン化物としてヨウ化スカンジウム  $\text{ScI}_3$  を1.5 mg、ヨウ化ナトリウム  $\text{NaI}$  を7.5 mg、希ガスとしてアルゴンを20 torr 封入するとともに、表10に示す第2のハロゲン化物をそれぞれ5 mg 封入したメタルハライド放電ランプを製作した。

【0285】なお、比較のために表10のランプ1に掲げた従来例として第2のハロゲン化物に代えて水銀を12.5mg封入した以外は実施形態と同じ仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0286】そして、製作した各ランプをランプ入力100Wで点灯してランプ電圧、発光効率、色温度および平均演色評価数Raを測定した結果を表10に示す。

【0287】

【表 10】

33		
6	MnI <sub>2</sub>	80
7	CrI <sub>2</sub>	109
8	GaI <sub>2</sub>	115
9	CoI <sub>2</sub>	110
10	NiI <sub>2</sub>	105

表10から明らかなように、本実施形態においても水銀を使用しなくても電気特性および発光特性ともに水銀を封入したランプと同等にできることが確認された。

【0288】次に、上記実施形態において、ランプの点灯中の圧力についてランプ1およびランプ2を比較参照して説明する。

【0289】ランプ1の点灯中の圧力は水銀量（モル数）に、またランプ2の圧力はヨウ化アルミニウムAl<sub>3</sub>I<sub>3</sub>量に、それぞれ比例関係で依存している。

【0290】モル数から見ると、ランプ1とランプ2とは概ね5：1であり、点灯中の圧力も5：1である。ランプ1の推定圧力は約15気圧であるから、ランプ2は約3気圧程度になる。

【0291】メタルハライド放電ランプは、長期点灯中に発光管材料である石英ガラスとハロゲン化物との反応により、石英ガラスが脆くなり、そのため発光管内の圧力に耐えられないで破裂するという問題がある。

【0292】以上から理解できるように、本発明においては、水銀を本質的に封入しないことにより、点灯中の圧力が低いので、破裂の危険性が大幅に低減する。

【0293】さらに、前記実施形態において、分光特性の立ち上がりについてランプ1およびランプ2を用いた実験を行ったので、その結果を参照して説明する。

【0294】実験には光束の立ち上がりがスイッチオン後8秒で100%になるようにした点灯回路を用いた。そして、スイッチオン後1秒ごとに瞬間分光器を用いてランプ1とランプ2の可視域の分光分布を測定し、その結果に基づいて各時点の色度座標を計算した。

【0295】図14は、本発明のメタルハライド放電ランプの第5の実施形態における分光特性の立ち上がりを従来例と比較して示す色度図である。

【0296】図において、横軸は色度座標のx座標を、縦軸は同じくy座標を、それぞれ示し、枠で囲まれた座標領域は日本工業規格（JIS）で規定された自動車用前照灯の白色領域を示している。

【0297】図中、曲線Cは本実施形態の分光特性の立ち上りを示し、曲線Dは従来例の分光特性の立ち上りを示す。なお、各曲線の測定値の傍らに付した数字は、スイッチオン後の経過時間を秒で表している。

【0298】従来例の場合、当初は水銀しか発光しないので、曲線Dに示すように分光特性は悪く、JISで規定された白色領域の外であり、白色領域に入るまで約1分間を要する。

【0299】これに対して、本実施形態の場合には、最  
ランプ 第2のハロゲン化物 ランプ 電圧(V)

66	4250	64
66	4230	68
67	4180	67
65	4380	66
65	4460	68

初からナトリウムNaとスカンジウムScとが発光しているの、白色領域に入っている。

【0300】したがって、本実施形態は、スイッチオン後の光束立ち上がりと分光特性の立ち上がりとがともに早く要求される用途においても、本発明が好適であることを示している。

（8）実施形態8について

図15は、本発明のメタルハライド放電ランプの第6の実施形態を示す要部断面正面図である。

【0301】図において、61は気密容器、62は電極、63は口金、64は外部リード線である。

【0302】気密容器61は、石英ガラスからなる回転楕円球状をなし、最大内径が32mmであり、その両端から細長い封止部61aが延在している。そして、封止部61a内において、モリブデンからなる封着金属箔を介して気密容器61を封止しながら電極62に対して電流を導入するように構成されている。

【0303】電極62は、電極軸62aおよびコイル62bからなり、電極軸62aの基端部は封止部61aに埋設されて支持されている。電極間距離は30mmである。

【0304】口金63は、封止部61aの端部に口金セメントによって装着され、中央に形成した通孔から外部リード線64を導出している。

【0305】外部リード線64は、絶縁被覆で覆われ、先端に接続端子64aを備えている。

【0306】ところで、気密容器61内には第1のハロゲン化物として臭化ジスプロシウムDyBr<sub>3</sub>、臭化ホルミウムHoBr<sub>3</sub>および臭化ツリウムTmBr<sub>3</sub>をそれぞれ4mg、希ガスとしてアルゴンを100torr封入するとともに、第2のハロゲン化物として表11に示すハロゲン化物をそれぞれ30mg封入したメタルハライド放電ランプを製作した。

【0307】なお、比較のために従来例として、第1のハロゲン化物として本実施形態と同一物質をそれぞれ4mg、第2のハロゲン化物に代えて水銀を90mg封入した以外は本実施形態と同一の仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0308】そうして、得られたメタルハライド放電ランプについて、入力電力2kWの一定入力で点灯して、ランプ電圧、発光効率、色温度および平均演色評価数Raを従来例とともに測定した結果を表11に示す。

【0309】

【表11】

発光効率(lm/W) 色温度(K) 演色性(Ra)

35		36	
1 (従来例) -	1 1 6	9 4	5 1 2 0
2 A l l <sub>3</sub>	1 0 4	9 2	5 0 2 0
3 F e l <sub>2</sub>	1 0 7	9 3	5 2 2 0
4 Z n l <sub>2</sub>	1 1 2	9 2	5 3 4 0
5 S b l <sub>3</sub>	1 0 6	8 9	5 0 8 0
6 C r l <sub>2</sub>	1 0 9	9 0	5 0 2 0
7 G a l <sub>3</sub>	1 1 5	9 0	5 2 2 0
8 Z r l <sub>4</sub>	1 1 6	8 8	5 4 3 0

表 1 1 から明らかなように、本実施形態においても電気特性および発光特性ともに水銀を封入する従来例とほぼ同等のメタルハライド放電ランプを得ることができるのを確認した。

【0310】本実施形態における点灯中の圧力について説明する。

【0311】表 1 1 のランプ 1 およびランプ 2 を比較する。ランプ 1 の圧力は水銀量 (モル数) に、またランプ 2 の圧力はヨウ化アルミニウム A l l<sub>3</sub> 量に、それぞれ比例関係に依存しているから、モル数においては、ランプ 1 とランプ 2 とは 6 : 1 であり、したがってランプ 2 の点灯中の圧力はランプ 1 の 1 / 6 になる。ランプ 1 の点灯中の推定圧力は 1 2 気圧なので、ランプ 2 は 2 気圧程度となる。

【0312】ところで、本実施形態のメタルハライド放電ランプは、投光器に装着されて使用することができるように設計されているので、投光器をなるべくコンパクトにするため、これに伴ってランプもコンパクトになっている。そのため、管壁負荷が高く、発光管の作動中の温度も高い。このように高負荷のメタルハライド放電ラ

ンプは、長期点灯中に発光管材料である石英ガラスとハロゲン化物との反応が活発であり、そのため石英ガラスが脆くなり、発光管内の圧力に耐えることができないで、破裂することがあるという問題がある。

【0313】しかしながら、本実施形態においては、点灯中の圧力が小さいから、破裂の危険が著しく減少する。

【0314】また、上記の投光器はスポーツ競技場で使用されるが、このような用途においては瞬時再始動が要求される。そして、瞬時再始動時には高圧パルス電圧を印加する。ランプ 1 においては、3 5 k V のパルス電圧を必要とするが、本実施形態においては、ランプ 2 ないし 8 のいずれにおいても点灯中の圧力が低いから、8 k V 以下のパルス電圧の印加で瞬時再始動が可能であった。

(9) 実施形態 9 について

図 1 1 に示すの同様な構造およびサイズであるが、放電媒体として以下のものを封入した。

【0315】

第 1 のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム S c l<sub>3</sub> 3 m g、ヨウ化ナトリウ

ム N a l 1 5 m g

第 2 のハロゲン化物：表 1 2 に示すハロゲン化物 2 0 m g

第 3 のハロゲン化物：ヨウ化セシウム C s l 3 m g

希ガス：アルゴン 2 0 t o r r

比較例として、ヨウ化セシウム C s l を封入しない以外は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0316】さらに、従来例として、ヨウ化セシウム C s l を封入しない他は本実施形態と同一仕様の封入物に加えて水銀を 4 0 m g 封入したメタルハライド放電ランプを製作した。また、比較例として、従来例と同一仕様に加えてヨウ化セシウム C s l を封入したものを製作した。

【0317】そうして、本実施形態、比較例および従来例について、ランプ入力 4 0 0 W 一定で点灯して、発光効率および演色性 (平均塩色評価数) R a を測定した結果を表 1 2 に示す。なお、本実施形態、従来例および比較例のいずれも発光管を収納する外管内は窒素を 4 0 0 t o r r 封入した。

【0318】

【表 1 2】

ランプ	C s l	第 2 のハロゲン化物	発光効率 (lm/W)	演色性 (Ra)
1 (従来例) a	なし	—	1 0 1	6 2
	b あり	—	9 8	6 1
2	a なし	A l l <sub>3</sub>	9 6	6 5
	b あり	同上	1 0 6	6 7
3	a なし	Z n l <sub>2</sub>	9 4	6 8
	b あり	同上	1 0 8	7 0

37

4 a なし G a l<sub>3</sub>  
b あり 同上

9 7

1 0 7

38

6 7

7 0

表 1 2 から明らかなように、水銀を封入している従来例においては、ヨウ化セシウム C s I を封入すると、発光効率が若干低下する。

【0319】また、水銀を封入しない比較例（ランプ 2 ～ 4 の a ）では、発光効率は水銀を封入している従来例よりは低い。

【0320】これに対して、本実施形態（ランプ 2 ～ 4 の b ）においては、発光効率が向上して従来例より良好になる。これは、従来例においてはナトリウム N a およびスカンジウム S c の発光に加えて水銀も発光しており、水銀は既述のように発光効率が低いからである。一

第 1 のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム S c I<sub>3</sub> 1. 5 m g、ヨウ化ナトリウム N a I 7. 5 m g

第 2 のハロゲン化物：表 1 3 に示すハロゲン化物 5 m g

第 3 のハロゲン化物：ヨウ化セシウム C s I 1. 5 m g

希ガス：アルゴン 2 0 t o r r

比較例として、ヨウ化セシウム C s I を封入しない以外は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0323】さらに、従来例として、ヨウ化セシウム C s I を封入しない他は本実施形態と同一仕様の封入物に加えて水銀を 1 2. 5 m g 封入したメタルハライド放電ランプを製作した。また、比較例として、従来例と同一仕様に加えてヨウ化セシウム C s I を封入したものを製作した。

ランプ	C s I	第 2 のハロゲン化物	発光効率 (lm/W)	演色性 (Ra)
1 (従来例)	a なし	—	7 1	6 1
	b あり	—	6 9	6 0
2	a なし	A l I <sub>3</sub>	6 7	6 5
	b あり	同上	7 7	6 6
3	a なし	N i I <sub>2</sub>	6 5	6 8
	b あり	同上	7 6	6 8
4	a なし	M n I <sub>2</sub>	6 8	6 4
	b あり	同上	7 7	6 3

本実施形態も実施形態 9 と同様の傾向が認められた。

（11）実施形態 11 について

図 1 1 に示すメタルハライド放電ランプの構造において、発光管 1 が内径 2 5 m m、電極間距離が 6 0 m m のサイズである。そして、放電媒体として以下のものを封入した。

【0326】第 1 のハロゲン化物：ヨウ化ジスプロシウム D y I<sub>3</sub> 1 2 m g、ヨウ化タリウム T l I 3 m g

第 2 のハロゲン化物：表 1 4 に示すハロゲン化物 4 0 m g

第 3 のハロゲン化物：ヨウ化セシウム C s I 1 5 m g

希ガス：アルゴン 1 8 t o r r

比較例として、ヨウ化セシウム C s I を封入しない以外は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを

方、本実施形態においては、発光のために消費されるエネルギーが水銀に分配されないで、全て発光金属の発光に回されるので、発光効率が明らかに向上する。

【0321】また、本実施形態においては、演色性も比較例（ランプ 2 ～ 4 の a ）より若干向上する。

（10）実施形態 10 について

図 1 1 に示すメタルハライド放電ランプの構造において、発光管 1 が内径 1 2 m m、電極間距離が 1 7 m m のサイズである。そして、放電媒体として以下のものを封入した。

【0322】

第 1 のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム S c I<sub>3</sub> 1. 5 m g、ヨウ化ナトリウム N a I 7. 5 m g

第 2 のハロゲン化物：表 1 3 に示すハロゲン化物 5 m g

第 3 のハロゲン化物：ヨウ化セシウム C s I 1. 5 m g

希ガス：アルゴン 2 0 t o r r

【0324】そうして、本実施形態、比較例および従来例について、ランプ入力 1 0 0 W 一定で点灯して、発光効率および演色性（平均塩色評価数）R a を測定した結果を表 1 3 に示す。なお、本実施形態、従来例および比較例のいずれも発光管を収納する外管内は窒素を 4 0 0 t o r r 封入した。

【0325】

【表 1 3】

ランプ	C s I	第 2 のハロゲン化物	発光効率 (lm/W)	演色性 (Ra)
1 (従来例)	a なし	—	7 1	6 1
	b あり	—	6 9	6 0
2	a なし	A l I <sub>3</sub>	6 7	6 5
	b あり	同上	7 7	6 6
3	a なし	N i I <sub>2</sub>	6 5	6 8
	b あり	同上	7 6	6 8
4	a なし	M n I <sub>2</sub>	6 8	6 4
	b あり	同上	7 7	6 3

製作した。

【0327】さらに、従来例として、ヨウ化セシウム C s I を封入しない他は本実施形態と同一仕様の封入物に加えて水銀を 1 5 0 m g 封入したメタルハライド放電ランプを製作した。また、比較例として、従来例と同一仕様に加えてヨウ化セシウム C s I を封入したものを製作した。

【0328】そうして、本実施形態、比較例および従来例について、ランプ入力 1 k W 一定で点灯して、発光効率および演色性（平均塩色評価数）R a を測定した結果を表 1 4 に示す。なお、本実施形態、従来例および比較例のいずれも発光管を収納する外管内は窒素を 4 0 0 t o r r 封入した。

【0329】

【表 1 4】

ランプ	CsI	第2のハロゲン化物	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)
1 (従来例) a	なし	—	81	92
b	あり	—	80	93
2 a	なし	AlI <sub>3</sub>	74	92
b	あり	同上	88	93
3 a	なし	SbI <sub>3</sub>	76	91
b	あり	同上	87	92
4 a	なし	FeI <sub>2</sub>	75	92
b	あり	同上	86	92

本実施形態も実施形態 9、10 と同様の傾向が認められた。

(12) 実施形態 12 について

図 15 に示すメタルハライド放電ランプの構造において

- 第 1 のハロゲン化物：臭化ジスプロシウム DyBr<sub>3</sub> 4mg、臭化ホルミウム HoBr<sub>3</sub> 4mg、臭化トリウム TmBr<sub>3</sub> 4mg  
 第 2 のハロゲン化物：表 15 に示すハロゲン化物 30mg  
 第 3 のハロゲン化物：ヨウ化セシウム CsI 5mg  
 希ガス：アルゴン 100 torr

比較例として、ヨウ化セシウム CsI を封入しない以外は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0331】さらに、従来例として、ヨウ化セシウム CsI を封入しない他は本実施形態と同一仕様の封入物に加えて水銀を 90mg 封入したメタルハライド放電ランプを製作した。また、比較例として、従来例と同一仕様に加えてヨウ化セシウム CsI を封入したものを製作し

て、発光管 1 が内径 32mm、電極間距離が 30mm のサイズである。そして、放電媒体として以下のものを封入した。

【0330】

【0332】そうして、本実施形態、比較例および従来例について、ランプ入力 2kW 一定で点灯して、発光効率および演色性（平均塩色評価数）Ra を測定した結果を表 15 に示す。

【0333】

【表 15】

ランプ	CsI	第2のハロゲン化物	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)
1 (従来例) a	なし	—	94	91
b	あり	—	93	92
2 a	なし	AlI <sub>3</sub>	87	92
b	あり	同上	101	93
3 a	なし	MnI <sub>2</sub>	86	90
b	あり	同上	100	92
4 a	なし	FeI <sub>2</sub>	88	92
b	あり	同上	102	93

本実施形態も実施形態 9 ないし 11 とほぼ同様の傾向が認められた。

(13) 実施形態 13 について

図 11 に示すメタルハライド放電ランプの構造において

て、発光管 1 が内径 20mm、電極間距離が 42mm の

- 第 1 のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム ScI<sub>3</sub> 3mg、ヨウ化ナトリウム NaI 15mg  
 第 2 のハロゲン化物：表 16 に示すハロゲン化物 20mg  
 希ガス：アルゴン 20 torr

比較例として、外管 49 内にガスとして窒素を 400 torr 封入した以外は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0335】さらに、従来例として、さらに水銀を 40

サイズである。外管 49 内を  $10^{-4}$  torr 以下の真空にした。そして、放電媒体として以下のものを封入した。

【0334】

mg 封入し、外管 49 内を上記と同様にガスを封入したものと、比較例としてガスに代えて真空にしたものを製作した。

【0336】そうして、本実施形態、比較例および従来

例について、ランプ入力 4 0 0 W 一定で点灯して、発光効率および演色性（平均塩色評価数）R a を測定した結果を表 1 6 に示す。

【0337】

【表 1 6】

ランプ	外管内	第2のハロゲン化物	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)
1 (従来例)	a ガス	—	1 0 1	6 2
	b 真空	—	1 0 3	6 3
2	a ガス	A l l <sub>3</sub>	9 6	6 5
	b 真空	同上	1 0 6	6 7
3	a ガス	F e l <sub>3</sub>	9 5	6 8
	b 真空	同上	1 0 7	7 0
4	a ガス	G a l <sub>3</sub>	9 7	6 7
	b 真空	同上	1 0 8	6 9

表 1 6 から明らかなように、水銀を封入している従来例および比較例においては、発光効率、演色性 R a とともに外管 4 9 内がガス封入であると真空であるとそれほど差がない。

【0338】これに対して、水銀を封入していない場合には、外管内にガスを封入した比較例においては、発光効率が水銀を封入している従来例より低い。

【0339】外管内を真空にした本実施形態においては、発光効率が従来例より明らかに優れている。これは、従来例においてはナトリウム Na およびスカンジウム Sc の発光に加えて水銀も発光しており、水銀は既述のように発光効率が低いからである。本実施形態におい

ては、エネルギーが全て発光金属に回される。また、演色性においても本実施形態は若干優れている。本実施形態も実施形態 9 ないし 1 1 とほぼ同様の傾向が認められた。

( 1 4 ) 実施形態 1 4 について

図 1 1 に示すメタルハライド放電ランプの構造において、発光管 1 が内径 1 2 mm、電極間距離が 1 7 mm のサイズである。外管 4 9 内は  $1 0^{-4}$  t o r r 以下の真空にした。そして、放電媒体として以下のものを封入した。

【0340】

第 1 のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム S c I<sub>3</sub> 1 . 5 m g 、ヨウ化ナトリウム Na I 7 . 5 m g

第 2 のハロゲン化物：表 1 7 に示すハロゲン化物 5 m g  
希ガス：アルゴン 2 0 t o r r

比較例として、外管 4 9 内にガスとして窒素を 4 0 0 t o r r 封入した以外は本実施形態と同一仕様のメタルハ

【0342】そうして、本実施形態、比較例および従来例について、ランプ入力 1 0 0 W 一定で点灯して、発光効率および演色性（平均塩色評価数）R a を測定した結果を表 1 7 に示す。

【0343】

【表 1 7】

【0341】さらに、従来例として、さらに水銀を 1 2 . 5 m g 封入し、外管 4 9 内を上記と同様にガスを封入したものと、比較例としてガスに代えて真空にしたものを製作した。

ランプ	外管内	第2のハロゲン化物	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)
1 (従来例)	a ガス	—	7 1	6 1
	b 真空	—	7 4	6 4
2	a ガス	A l l <sub>3</sub>	6 7	6 5
	b 真空	同上	7 7	6 7
3	a ガス	N i l <sub>2</sub>	6 5	6 8
	b 真空	同上	7 6	7 0
4	a ガス	Z n l <sub>2</sub>	6 8	6 4
	b 真空	同上	7 9	6 6

本実施形態も実施形態 1 3 とほぼ同様の傾向が認められた。

( 1 5 ) 実施形態 1 5 について

図 1 1 に示すメタルハライド放電ランプの構造において、発光管 1 が内径 2 5 mm、電極間距離が 6 0 mm の

サイズである。外管 4 9 内は  $1 0^{-4}$  t o r r 以下の真空にした。そして、放電媒体として以下のものを封入した。

【0344】

第 1 のハロゲン化物：ヨウ化ジスプロシウム D y I<sub>3</sub> 1 2 m g 、ヨウ化タリ

ウ

△ T l l 3 m g

第 2 のハロゲン化物 : 表 1 8 に示すハロゲン化物 4 0 m g

希ガス : アルゴン 1 8 t o r r

比較例として、外管 4 9 内にガスとして窒素を 4 0 0 t o r r 封入した以外は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0345】さらに、従来例として、さらに水銀を 1 5 0 m g 封入し、外管 4 9 内を上記と同様にガスを封入したものと、比較例としてガスに代えて真空にしたものを製作した。

【0346】そうして、本実施形態、比較例および従来例について、ランプ入力 1 k W 一定で点灯して、発光効率および演色性 (平均塩色評価数) R a を測定した結果を表 1 8 に示す。

【0347】

【表 1 8】

10

ランプ	外管内	第2のハロゲン化物	発光効率 (lm/W)	演色性 (Ra)
1 (従来例) a	ガス	—	8 1	9 2
	b 真空	—	8 3	9 3
2	a ガス	A l l <sub>3</sub>	7 4	9 2
	b 真空	同上	8 8	9 3
3	a ガス	S b l <sub>3</sub>	7 6	9 1
	b 真空	同上	8 7	9 2
4	a ガス	M n l <sub>2</sub>	7 5	9 2
	b 真空	同上	8 6	9 2

本実施形態も実施形態 1 3 および 1 4 とほぼ同様の傾向 20 が認められた。

( 1 6 ) 実施形態 1 6 について

図 1 6 は、本発明のメタルハライド放電ランプの第 7 の実施形態を示す正面図である。

【0348】図において、図 1 1 と同様部分については同一符号を付して説明は省略する。

【0349】本実施形態は、長アーク形で直流点灯用に構成されている点で異なる。

【0350】すなわち、発光管 4 1 は、内径 1 8 m m で、一端に陰極 4 1 a および補助極 4 1 b を封着し、他 30 端に陽極 4 1 c を封着している。

【0351】陰極 4 1 a は、直径 1 m m、長さ 1 5 m m のトリウム入りタングステン棒の内端に直径 0 . 4 m m のタングステン線を巻回することにより形成されている。

【0352】補助極 4 1 b は、0 . 3 m m のタングステン線からなる。

【0353】陽極 4 1 c は、先端側が 1 . 8 m m、基端

第 1 のハロゲン化物 : ヨウ化スカンジウム S c I<sub>3</sub> 3 m g、ヨウ化ナトリウ

ム

N a I 1 5 m g

第 2 のハロゲン化物 : 表 1 9 に示すハロゲン化物 2 0 m g

希ガス : 2 8 0 t o r r

また、比較例として第 2 のハロゲン化物に代えて水銀 4 0 m g を封入した以外は、本実施形態と同一仕様のランプを製作した。

【0363】そうして、本実施形態のランプをそれぞれ各 5 本、比較例のランプを 3 本製作して、定格出力 3 6 0 W 一定で直流点灯して、ランプ電圧 ( V )、発光効率

( l m / W )、演色性 (平均演色評価数) R a および色温度 ( K ) を測定した結果を平均値にして表 1 9 に示す。

【0364】

【表 1 9】

ランプ	第2のハロゲン化物	ランプ電圧 (V)	発光効率 (lm/W)	演色性 (Ra)	色温度 (K)
1 (比較例)	—	1 3 2	1 0 1	6 2	4 3 2 0

45

2	AlI <sub>3</sub>	112
3	ZnI <sub>2</sub>	120
4	GaI <sub>3</sub>	125

本実施形態は、表 19 から明かなように、比較例に較べて発光効率は若干低下するが、その他の特性は遜色がない。

【0365】次に、表 19 のランプ 3 (本実施形態) およびランプ 1 (比較例) について、ランプ入力を 200

ランプ	項目	200W
1(比較例)	Ra	38
	色温度(K)	6010
3	Ra	59
	色温度(K)	4500

表 20 から明かなように、比較例は、ランプ入力が定格値より少なくなるにしたがって演色性 Ra が低下し、色温度 (K) が上昇した。これに対して、本実施形態はいずれも変化が少なかった。すなわち、本実施形態は調光が可能である。

【0367】また、本実施形態および比較例の各ランプについて、定格に対して 10% 増しの 400W において 20 2 時間点灯 - 10 分間消灯の条件による水平点灯を行っ

ランプ	第 2 のハロゲン化物	再始動電圧 (kV)
1 (比較例)	—	1.8
2	AlI <sub>3</sub>	0.89
3	ZnI <sub>2</sub>	0.8
4	GaI <sub>3</sub>	1.0

本実施形態は再始動電圧が比較例に較べて著しく低い。

【0369】さらに、比較例は点灯中著しい色分離を起こしたが、本実施形態は多少色分離が認められたが、実用可能な程度であった。

(17) 実施形態 17 について

第 1 のハロゲン化物	ヨウ化スカンジウム ScI <sub>3</sub> O. 14mg、ヨウ化ナ リウム NaIO. 7mg
第 2 のハロゲン化物	表 19 に示すハロゲン化物 0.4mg
希ガス	キセノン 5 気圧

また、従来例として、さらに水銀を 1mg 封入したものを製作した。

【0371】そうして、本実施形態および従来例について、ランプ入力 35W 一定で点灯して、ランプ電圧、発

ランプ	第 2 のハロゲン化物	ランプ電圧 (V)
1 (従来例)	—	83
2	AlI <sub>3</sub>	65
3	FeI <sub>2</sub>	70
4	ZnI <sub>2</sub>	75
5	MnI <sub>2</sub>	66
6	GaI <sub>3</sub>	76

従来例のランプ電圧は、水銀の封入量で決まるが、本実施形態では第 2 のハロゲン化物の蒸発量で決まる。したがって、発光管の保温を良好にしておくことにより、所要のランプ電圧を容易に得ることができる。表 22 から

46

96	65	4120
98	65	4160
97	67	4130

W、250W および 300W にしたときの演色性 Ra および色温度 (K) を測定した結果を表 20 に示す。

【0366】

【表 20】

250W	300W
46	57
5680	5210
62	63
4210	4150

たときの発光管破裂の有無と、定格点灯において 2 秒消灯した後の瞬時再始動電圧の測定と、を行った。その結果、約 2500 時間の点灯を経過しても発光管の破裂はなく、瞬時再始動電圧の平均値は表 21 に示すとおりであった。

【0368】

【表 21】

再始動電圧 (kV)
1.8
0.89
0.8
1.0

図 6 に示す移動体の前照灯用に好適なメタルハライド放電ランプの構造およびサイズにおいて、放電媒体として以下のものを封入した。

30 【0370】

光効率、演色性 (平均塩色評価数) Ra および色温度を測定した結果を表 22 に示す。

【0372】

【表 22】

発光効率 (lm/W)	演色性 (Ra)	色温度 (K)
87	63	4120
81	68	3960
79	71	4210
81	65	3830
81	65	4230
78	65	4330

理解できるように、本実施形態においてはランプ電圧は従来例より低めになるが、50V 以上であり、この種の小形のメタルハライド放電ランプは、電子化された点灯回路を用いて点灯するので、実用的に問題ない。特性面



では、発光効率は少し劣るが、可視域に少し添加金属（アルミニウムA1など）の発光があるので、演色性は向上する傾向がある。

【0373】図17は、実施形態17における表22のランプ2および従来例のランプ1の色度の変化を示す色度図である。

【0374】この色度図は、日本工業規格JIS D 5500-1984において自動車用ランプ類の解説の中で説明されている白の色度範囲を示している。そして、図中曲線Eは、本実施形態の色度の変化を示す。曲線Fは、従来例の色度の変化を示す。各曲線の測定点の近くに付与した数字は、点灯開始後の経過時間（秒）を示している。これらの測定は、各ランプを電源入力直後に

ランプ	項目	15W	20W	25W	30W
1(従来例)	Ra	40	45	58	61
	色温度(K)	5640	4970	4630	4350
2	Ra	63	64	65	66
	色温度(K)	4280	4220	4110	4040

ランプ1（従来例）は、水銀の蒸気圧が高いので、ランプ入力15Wに低減しても水銀は全て蒸発している。このため、ランプ入力が少なくなるにしたがって水銀の発光が支配的になってきて色温度が上昇し、反対に演色性が低下していくので、従来例は実用的な意味で調光には向かないことが理解できるであろう。

【0378】これに対して、ランプ2（本実施形態）は、演色性および色温度とも変化が少なく、十分調光に適していることを理解できる。

【0379】さらに、本実施形態の瞬時再始動（ホット

ランプ	第2のハロゲン化物	再始動電圧 (kV)
1(従来例)	—	15.2
2	AlI <sub>3</sub>	8.7
3	FeI <sub>2</sub>	9.1
4	ZnI <sub>2</sub>	9.6
5	MnI <sub>2</sub>	9.3
6	GaI <sub>3</sub>	8.3

ランプ1（従来例）は、水銀蒸気圧がまだ高いため、始動電圧が高い。

【0381】これに対して、ランプ2～6（本実施形態）は、定常点灯中においては第2の金属ハロゲン化物の金属蒸気圧が水銀のそれより明らかに低い。それでも消灯後10秒は、金属ハロゲン化物の金属蒸気圧と水銀との蒸気圧差が最も少なくなっているときである。このことは、本実施形態は、再始動特性が水銀を封入する従

ランプ	第2のハロゲン化物
1(従来例)	—
2	AlI <sub>3</sub>
3	FeI <sub>2</sub>
4	ZnI <sub>2</sub>
5	MnI <sub>2</sub>
6	GaI <sub>3</sub>

2. 6Aのランプ電流を流し、徐々に電流を絞って35Wの定格ランプ電力に定電力制御するように設定した点灯回路を用いて点灯して行った。

【0375】図17から明かなように、本実施形態においては、点灯後0.5秒以内に発光が白色範囲に入るのに対して、従来例では18秒後に白色範囲に入った。

【0376】次に、表22におけるランプ2および1をランプ入力15W、20W、25Wおよび30Wで点灯したときの平均演色評価数Raおよび色温度（K）を測定した結果を表23に示す。

【0377】

【表23】

リスタート）の際の再始動電圧を測定した結果を表24に示す。測定は、ランプを30分間点灯して消灯し、10秒後に再始動させたときの再始動電圧を測定した。なお、消灯時間が長くなると、電極温度が低下して始動しにくくなる。一方、発光管内の水銀や金属ハロゲン化物の蒸気圧は消灯時間が長くなると、低下して始動しやすくなる。これらの相反する傾向の結果、再始動は消灯時間が10秒程度が最も始動しにくい。

【0380】

【表24】

来例に比べてすこぶる良好であることを示している。

【0382】次に、本実施形態を直流点灯した場合の電極付近の色特性を測定した結果を表25に示す。なお、これはランプをランプ入力35Wで点灯したときにスクリーンに投影して、陽極付近と陰極付近との色温度（K）を測定して求めたものである。

【0383】

【表25】

	陽極側色温度(K)	陰極側色温度(K)
	5330	3720
	4210	3840
	4420	4010
	4080	3650
	4450	4060
	4530	4130

ランプ 1 (従来例) は、陽極側と陰極側との色温度の差が大きい。このような色温度差を前照灯の設計でカバーするのは無理である。

【0384】これに対して、ランプ 2~6 (本実施形態) は、色温度差が小さいので、十分実用に適している。

#### (18) 実施形態 18 について

本実施形態のメタルハライド放電ランプは、図 9 に示す移動体の前照灯に装着するようにしたメタルハライド放電ランプにおいて、外管 21 の両端をそれぞれ発光管 1

ランプ	第2のハロゲン化物	ランプ電圧(V)	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)	色温度(K)
1 (従来例)	—	84	89	63	4010
2	AlI <sub>3</sub>	70	94	68	3890
3	FeI <sub>2</sub>	76	91	73	4120
4	ZnI <sub>2</sub>	81	91	68	3720
5	MnI <sub>2</sub>	71	92	67	4110
6	GaI <sub>3</sub>	80	90	65	4330

本実施形態においては、外管内を真空にしたことにより、ランプ電圧が高くなるとともに、発光効率が飛躍的に向上する。これに対して、従来例では若干改善される程度であった。

#### (19) 実施形態 19 について

第1のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム ScI<sub>3</sub> 0.14mg およびヨウ化ナトリウム NaI 0.7mg  
第2のハロゲン化物：ヨウ化亜鉛 ZnI<sub>2</sub> 0.4mg および表 27 に示す添加ハロゲン化物 0.1mg  
希ガス：キセノン 5 気圧

そうして、本実施形態について、ランプ電圧 (V)、発光効率 (lm/W)、演色性 (平均演色評価数) Ra および色温度 (K) を測定した結果を表 27 に示す。

ランプ	添加ハロゲン化物	ランプ電圧(V)	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)	色温度(K)
1	MgI <sub>2</sub>	88	81	65	3890
2	NiI <sub>2</sub>	91	80	66	3990
3	CoI <sub>2</sub>	88	82	67	4020
4	CrI <sub>2</sub>	96	82	64	4110
5	SbI <sub>3</sub>	83	79	66	3810
6	ReI <sub>2</sub>	86	80	66	3960

第2のハロゲン化物は、一般に水銀より蒸気圧が低いので、同一圧力では水銀よりランプ電圧形成に大きく貢献する。

【0389】しかし、水銀は、蒸気圧が常に高いので、移動体の前照灯用などの定格ランプ電力が 100W 以下のような負荷が小さい小形のメタルハライド放電ランプにおいては、水銀は完全に蒸発する。このため、水銀の封入量によりランプ電圧を調節することができる。

【0390】これに対して、第2のハロゲン化物を水銀に代えて封入する本発明の場合には、封入したハロゲン化物が不完全蒸発の段階で蒸気圧が飽和してしまうため、ランプ電圧はそれ以上増加しない。

【0391】しかしながら、本実施形態のように第2の

の封止部 1a、1a に気密に封着し、内部を真空にした構成を備えている。その他の構成は、放電媒体を含めて実施形態 17 と同一である。従来例においても実施形態 17 におけるものにおいて、外管内を真空にした。

【0385】そうして、本実施形態および従来例について、ランプ電圧 (V)、発光効率 (lm/W)、演色性 (平均演色評価数) Ra および色温度 (K) を測定した結果を表 26 に示す。

#### 【0386】

#### 【表 26】

ランプ	第2のハロゲン化物	ランプ電圧(V)	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)	色温度(K)
1 (従来例)	—	84	89	63	4010
2	AlI <sub>3</sub>	70	94	68	3890
3	FeI <sub>2</sub>	76	91	73	4120
4	ZnI <sub>2</sub>	81	91	68	3720
5	MnI <sub>2</sub>	71	92	67	4110
6	GaI <sub>3</sub>	80	90	65	4330

本実施形態のメタルハライド放電ランプは、図 6 に示す移動体の前照灯用に用いることができるようにしたメタルハライド放電ランプと同じ構造およびサイズにおいて、放電媒体を以下のとおり封入した。

#### 【0387】

第1のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム ScI<sub>3</sub> 0.14mg およびヨウ化ナトリウム NaI 0.7mg  
第2のハロゲン化物：ヨウ化亜鉛 ZnI<sub>2</sub> 0.4mg および表 27 に示す添加ハロゲン化物 0.1mg  
希ガス：キセノン 5 気圧

#### 【0388】

#### 【表 27】

ランプ	添加ハロゲン化物	ランプ電圧(V)	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)	色温度(K)
1	MgI <sub>2</sub>	88	81	65	3890
2	NiI <sub>2</sub>	91	80	66	3990
3	CoI <sub>2</sub>	88	82	67	4020
4	CrI <sub>2</sub>	96	82	64	4110
5	SbI <sub>3</sub>	83	79	66	3810
6	ReI <sub>2</sub>	86	80	66	3960

ハロゲン化物を複数種封入することでランプ電圧をさらに上昇させることができる。すなわち、第2のハロゲン化物の一方のハロゲン化物が飽和したとき、添加した第2のハロゲン化物の蒸発がランプ電圧の増加に貢献する。したがって、第2のハロゲン化物は、1種のときより複数種混合したときの方がランプ電圧を高くすることができる。

#### (20) 実施形態 20 について

本実施形態のメタルハライド放電ランプは、図 6 に示す移動体の前照灯に用いることができるようにしたメタルハライド放電ランプと同じ構造およびサイズにおいて、放電媒体を以下のとおり封入した。

#### 【0392】

51

52

第 1 のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム  $\text{ScI}_3$  0. 1 4 m g およびヨウ  
ナトリウム  $\text{NaI}$  0. 7 m g  
第 2 のハロゲン化物：表 2 8 に示すハロゲン化物 0. 4 m g  
第 3 のハロゲン化物：ヨウ化セシウム  $\text{CsI}$  0. 1 m g  
希ガス：キセノン 5 気圧

また、従来例として、第 2 のハロゲン化物に代えて水銀  
1 m g を封入した以外は本実施形態と同一仕様のメタル  
ハライド放電ランプを製作した。

【0393】そうして、本実施形態および従来例につい  
て、ランプ入力 3 5 W 一定で点灯して、ランプ電圧

(V)、発光効率 (lm/W)、演色性 (平均演色評価  
数)  $R_a$  および色温度 (K) を測定した結果を表 2 8 に  
示す。

【0394】

10 【表 2 8】

ランプ	第 2 のハロゲン化物	ランプ電圧 (V)	発光効率 (lm/W)	演色性 ( $R_a$ )	色温度 (K)
1 (従来例)	—	8 3	8 6	6 3	4 1 4 0
2	$\text{AlI}_3$	6 3	9 3	6 8	3 9 4 0
3	$\text{FeI}_2$	6 8	9 2	7 0	4 1 8 0
4	$\text{ZnI}_2$	7 3	9 4	6 6	3 8 0 0
5	$\text{MnI}_2$	6 5	9 4	6 5	4 2 0 0
6	$\text{GaI}_3$	7 5	9 2	6 5	4 3 1 0

本実施形態においては、ヨウ化セシウム  $\text{CsI}$  を第 3 の  
ハロゲン化物として添加したことにより、演色性  $R_a$  お  
よび色温度は殆ど変わらないが、アークの温度分布が平  
坦化されるために、熱損失が低下して発光効率が向上す  
る。しかし、水銀を封入した従来例においては、第 3 の  
ハロゲン化物を添加しても効率向上は見られない。

【0395】また、発光効率の低い水銀の発光がないこ  
とにより、発光効率は従来例より高くなる。

【0396】次に、ランプ 3 において、第 3 のハロゲン  
化物のヨウ化セシウム  $\text{CsI}$  の封入量を変化させた場合  
の発光効率 (lm/W) を表 2 9 に示す。

【0397】

【表 2 9】

$\text{CsI}$ 封入量 (m g)	発光効率 (lm/W)
0. 0 0 5	8 3
0. 0 1	8 5

ランプ	第 2 のハロゲン化物	再始動電圧 (k V)
1 (従来例)	—	1 5. 2
2	$\text{AlI}_3$	9. 2
3	$\text{FeI}_2$	9. 6
4	$\text{ZnI}_2$	1 0. 1
5	$\text{MnI}_2$	9. 8
6	$\text{GaI}_3$	8. 9

本実施形態においては、水銀を封入している従来例より  
格段と再始動電圧が低い、第 3 のハロゲン化物である  
ヨウ化セシウム  $\text{CsI}$  を封入しない場合に較べると、若  
干再始動電圧が高くなる傾向がある。しかし、実用的に  
は全く問題はない。

( 2 1 ) 実施形態 2 1 について

図 1 8 は、本発明のメタルハライド放電ランプの第 8 の  
実施形態を示す正面図である。

【0400】図において、図 6 と同一部分については同

0. 0 5	8 8
0. 1	9 2
0. 3	9 1
0. 5	9 0
1. 0	8 9
2. 0	8 4
2. 5	7 9

表 2 9 から、 $\text{CsI}$  の添加は 0. 0 1 m g から効果があ  
る。反対に、添加量が多すぎると、発光金属の蒸気圧を  
低くしてしまい効率低下を来す。

【0398】さらに、本実施形態について実施形態 1 7  
におけるのと同じ条件で瞬時再始動 (ホットリスター  
ト) の際の再始動電圧を測定した結果を表 3 0 に示す。

【0399】

【表 3 0】

一符号を付して説明は省略する。

【0401】本実施形態は、移動体の前照灯用に好適な  
ものである点で共通しているが、直流点灯するように構  
成している点で異なる。

【0402】すなわち、 $2_r$  は陰極、 $2_s$  は陽極である。

【0403】気密容器 1 は、内径 4 mm、長さ 7 mm の  
楕円球状をなし、両端に長さ 3 0 mm の封止部 1 a を備  
えている。

【0404】陰極  $2_r$  は、直径 0. 4 mm、長さ 6 mm

のトリウム入りタングステン棒からなる。その基端部は、封止部 1 a 内に埋設された幅 1.5 mm、長さ 15 mm、厚さ 15  $\mu$ m のモリブデン箔 3 の一端に溶接されている。

【0405】陽極 2<sub>i</sub> は、直径 0.8 mm、長さ 6 mm のタングステン棒からなる。その基端部は、上記と同様のモリブデン箔 3 の一端に溶接されている。

【0406】外部リード線 4 は、直径 0.5 mm、長さ 25 mm の導体からなり、モリブデン箔 3 の他端に溶接されている。

【0407】上記構造のメタルハライド放電ランプを製造するには、まず気密容器 1 の両端に封止部 1 a を形成するための封止管を接合したものを用意する。

【0408】次に、陰極 2<sub>r</sub>、モリブデン箔 3 および外部リード線 4 の接続組立体を一方の封止管の中に挿入した後、酸水素バーナーを用いて封止管を加熱溶融し、ピ

第 1 のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウム  $\text{ScI}_3$  0.17 mg、ヨウ化ナ

トリウム  $\text{NaIO}_3$  0.83 mg

第 2 のハロゲン化物：ランプ 2 は  $\text{ZnI}_2$  0.4 mg

ランプ 3 は  $\text{AlI}_3$  0.2 mg

ランプ 4 は  $\text{FeI}_2$  0.4 mg

また、従来例（ランプ 1）として、第 2 のハロゲン化物に代えて水銀 1 mg を封入した以外は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0412】そうして、ランプ 2（本実施形態）およびランプ 1（従来例）について、ランプ入力を定格 35 W に対して 20 W、25 W、30 W および 35 W で点灯し

ランプ	ランプ電力 (W)	発光効率 (lm/W)	演色性 (Ra)	色温度 (K)
1 (従来例)	20	80	45	4970
	35		65	4100
2	20	75	64	4400
	25		66	4310
	30		69	4240
	35		70	4190

図 19 は、本発明のメタルハライド放電ランプの第 8 の実施形態におけるランプ 2 の分光特性の立ち上がりを従来例と比較して示す色度図である。

【0414】図において、曲線 G は本実施形態の光束立ち上がりを示す。曲線 H は従来例の光束立ち上がりを示す。

【0415】本実施形態は、点灯初期から白色領域にある。従来例は、白色領域に入るまで約 1 分間を要した。

【0416】次に、各ランプについて定格ランプ電力の 20% 増しである 42 W で 60 分間点灯して 15 秒消灯の点滅試験を行って気密容器の破裂の有無を調査した結果、いずれも 1000 時間経過では破裂したものはなかった。

【0417】さらに、消灯 2 秒後の瞬時再始動に必要な再始動電圧の測定とを行った結果を表 3 2 に示す。

【0418】

ンチシールにより封止して陰極 2<sub>r</sub> を気密容器 1 に封着する。

【0409】その後、窒素ガス雰囲気中で他方の封止管から第 1 および第 2 のハロゲン化物を気密容器 1 中に封入し、さらに陽極 2<sub>i</sub>、モリブデン箔 3 および外部リード線 4 の接続組立体を封止管内に挿入し、所定の電極間距離 4.2 mm に設定する。

【0410】さらに、これらの組立体を封止管を介して排気系に装着して気密容器 1 内を排気し、続いてキセノンを 2 気圧導入した後、気密容器 1 を冷却しながら他方の封止管を酸水素バーナーで加熱溶融してからピンチシールにより陽極 2<sub>i</sub> を気密容器 1 に封着してメタルハライド放電ランプを完成する。放電媒体のうち、ハロゲン化物として以下のものを封入した。

【0411】

たときの発光効率 (lm/W)、演色性 (平均演色評価数) Ra および色温度 (K) を測定した結果を表 3 1 に示す。

【0413】

【表 3 1】

【表 3 2】

ランプ	再始動電圧 (kV)
1	1.2
2	5
3	4
4	4.3

図 20 は、図 18 に示す本発明のメタルハライド放電ランプの第 8 の実施形態において、希ガスの封入圧力を変化させた場合の光束立ち上がり時間との関係を示すグラフである。

【0419】図において、横軸はキセノン封入圧力 (気圧) を、縦軸は光束立ち上がり時間 (秒) を、それぞれ示す。

【0420】図からキセノンの封入圧力が 1 気圧以上になると、急激に光束立ち上がり時間が短縮して、実用可能になることが分かった。

【0421】図21は、図18に示す本発明のメタルハライド放電ランプの第8の実施形態において、第2のハロゲン化物として $ZnI_2$ の封入量(mg/cc)を変化させた場合のランプ電圧(V)の関係を示すグラフである。

【0422】図から $ZnI_2$ を1mg/cc以上封入すれば、電子化点灯回路を用いて点灯する場合のランプ電圧の要望値である30V以上にできることを理解できる。

(22) 実施形態22について

図22は、本発明のメタルハライド放電ランプ点灯装置の第1の実施形態を示す回路図である。

【0423】本実施形態は、メタルハライド放電ランプを直流点灯するように構成したものである。

【0424】図において、71は直流電源、72はチョップ、73は制御手段、74はランプ電流検出手段、75はランプ電圧検出手段、76は始動手段、77はメタルハライド放電ランプである。

【0425】直流電源71は、バッテリーまたは整流化直流電源が用いられる。移動体の場合には、一般的にバッテリーが用いられる。しかし、交流を整流する整流化直流電源であってもよい。必要に応じて電解コンデンサ71aを並列接続して平滑化を行う。

【0426】チョップ72は、直流電圧を所要値の電圧に変換するとともに、メタルハライド放電ランプ77を所要に制御する。直流電源電圧が低い場合には、昇圧チョップを用い、反対に高い場合には降圧チョップを用いる。

【0427】制御手段73は、チョップ72を制御する。たとえば、点灯直後にはメタルハライド放電ランプ77に定格ランプ電流の3倍以上のランプ電流をチョップ72から流し、その後時間の経過とともに徐々にランプ電流を絞っていき、やがて定格ランプ電流にするように制御する。

【0428】ランプ電流検出手段74は、ランプと直列に挿入されてランプ電流を検出して制御手段73に制御入力する。

【0429】ランプ電圧検出手段75は、ランプと並列的に接続されてランプ電圧を検出して制御手段73に制御入力する。

【0430】制御手段73は、ランプ電流とランプ電圧との検出信号が帰還入力されることにより、定電力制御信号を発生して、チョップ72を定電力制御する。また、制御手段73は、時間的な制御パターンが予め組み込まれたマイコンが内蔵されていて、点灯直後には定格ランプ電流の3倍以上のランプ電流をメタルハライド放電ランプ77に流し、時間の経過とともにランプ電流を絞るようにチョップ72を制御するように構成されている。

【0431】始動手段76は、始動時に20kVの

ス電圧をメタルハライド放電ランプ67に供給できるように構成されている。

【0432】そうして、本実施形態のメタルハライド放電ランプ点灯装置によると、直流点灯しながら点灯直後から所要の光束を発生する。これにより、自動車などの移動体用の前照灯として必要な電源投入後1秒後に定格に対して光束25%、4秒後に光束80%の点灯を実現することができる。

【0433】本実施形態の場合、直流-交流変換回路が不要になるため、交流点灯に比較して約30%コスト低減が可能である。また、重量で15%軽減できる。これに伴い点灯回路が安価になる。

(23) 実施形態23について

図23は、本発明のメタルハライド放電ランプ点灯装置の第2の実施形態を示す回路図である。

【0434】図22と同一部分には同一符号を付して説明は省略する。

【0435】本実施形態は、メタルハライド放電ランプを交流点灯するように構成した点で異なる。

【0436】78は交流変換手段である。この交流変換手段78は、フルブリッジインバータからなる。すなわち、一対のスイッチング手段78a、78aの直列回路の一対をチョップ72の出力端間に並列接続してブリッジ回路を構成し、発振器78bの発振出力を4個のスイッチング手段78aの対角方向のスイッチング手段に交互に供給してブリッジ回路の出力端間に高周波交流を発生するものである。

【0437】そして、高周波交流によってメタルハライド放電ランプ77が点灯されるようになっている。

【0438】この交流点灯形式の構成においても、図22と同様な制御が行われるようになっている。

(24) 実施形態24について

図24は、本発明の照明装置の第3の実施形態としての移動体用の前照灯を示す概念図である。

【0439】図25は、同じく光分配器の部分を示す概念図である。

【0440】図において、81は点灯回路、82は光分配器、83は主幹光ファイバー、84は光シャッター85は個別光ファイバー、86は灯器である。

【0441】点灯回路81は、図22または図23に示す点灯回路を用いることができる。

【0442】光分配器82は、ケース82a、集光反射面82b、メタルハライド放電ランプ82cおよび光コネクタ82dを備えている。そして、メタルハライド放電ランプ82cから発生した光を光コネクタ82dの部分から主幹光ファイバー83に分配する。

【0443】主幹光ファイバー83は、光分配器82から分配された光を光シャッター84に伝送する。

【0444】光シャッター84は、個別ファイバー85を介して各灯器86に選択的に伝送する。

【0445】灯器86は、ハイビーム灯器86a、ロービーム灯器86bおよびフォグ灯器86cが1組となり、その2組が自動車などの移動体の前部両側に配設される。

(25) 実施形態25について

本実施形態は、実施形態24に用いるのに好適なメタル

第1のハロゲン化物：ヨウ化スカンジウムScI<sub>3</sub> 0.3mg、ヨウ化ナトリウムNaI 1.5mg

第2のハロゲン化物：ランプ2はZnI<sub>2</sub> 1mg、AlI<sub>3</sub> 1mg、MnI<sub>2</sub> 1mg

ランプ3はZnI<sub>2</sub> 2mg、GaI<sub>3</sub> 1mg、CrI<sub>3</sub> 1mg

希ガス：キセノン5気圧

また、従来例として第2のハロゲン化物に代えて水銀15mgを封入した他は本実施形態と同一仕様のメタルハライド放電ランプを製作した。

【0448】そうして、本実施形態および従来例を定格80W一定で点灯してランプ電圧(V)、発光効率(lm/W)

ランプ	ランプ電圧(V)	発光効率(lm/W)	演色性(Ra)	色温度(K)
1(従来例)	63	94	63	4020
2	58	88	68	3920
3	62	89	69	4110

表33から理解できるように、本実施形態においては、水銀を封入する従来例とほぼ同等の特性が得られる。また、実施形態24に示すシステムにおいては、入力を変えて調光する必要が増し、その点で調光が可能であることは極めて有用である。

(26) 実施形態26について

図26は、本発明の照明装置の第4の実施形態としてのダウンライトを示す断面図である。

【0450】図において、91はメタルハライド放電ランプ、92はダウンライト本体である。

【0451】ダウンライト本体92は、基体92a、ソケット92bおよび反射板92cなどを備えている。

【0452】基体92aは、天井に埋め込まれるために、下端に天井当接縁eを備えている。

【0453】ソケット92bは、基体92aに装着されている。

【0454】反射板92cは、基体92aに支持されているとともに、メタルハライド放電ランプ91の発光中心がそのほぼ中心に位置するように包囲している。

【0455】

【発明の効果】請求項1ないし19の各発明によれば、水銀に代えて蒸気圧が相対的に高く、しかも発光金属に比較して可視域に発光しにくい金属のハロゲン化物を、発光金属のハロゲン化物とともに封入したことにより、環境負荷の大きい水銀を本質的に用いないで、水銀を封入したメタルハライド放電ランプとほぼ同等の電気特性および発光特性を有するメタルハライド放電ランプを提供することができる。

ハライド放電ランプである。

【0446】すなわち、定格ランプ電力が80W、電極間距離は集光効率を高めるために2mmに設定されている。その他の構造は、図6と同様に構成されているが、放電媒体として以下のものを封入している。

【0447】

m/W)、演色性(平均演色評価数)Raおよび色温度(K)を測定した結果を表33に示す。

【0449】

【表33】

【0456】また、各発明によれば、副次的に下記a)ないしe)に示す効果のいずれか一または複数を実現するメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0457】a) 始動時の分光特性の立ち上がりが良好である。

【0458】b) 調光が可能である。

【0459】c) 特性のばらつきが少ない。

【0460】d) 瞬時再始動が容易である。

【0461】e) 気密容器が破裂しにくい。

【0462】請求項2の発明によれば、加えて第1のハロゲン化物を構成する金属をナトリウム、スカンジウムおよび希土類金属からなるグループの中から選択したことにより、発光効率が高いメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0463】請求項3の発明によれば、加えてセシウムのハロゲン化物を封入したことにより、アークの温度分布を平坦化して熱損失を低減して発光効率を向上したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0464】請求項4の発明によれば、加えて発光管から発生した熱の損失を少なくする保温手段を備えたことにより、熱損失を低減して発光効率を向上したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0465】請求項5の発明によれば、加えて直流で点灯するように構成したことにより、直流で点灯しても色分離の問題が少ないメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0466】請求項6の発明によれば、加えて第1のハロゲン化物をナトリウムおよびスカンジウムに規定する

とともに、定格ランプ電力を100W以下に規定したことにより、発光効率が高く、白色光であるとともに色度立ち上がり特性が良好で自動車などの移動体の前照灯用として好適な小形のメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0467】請求項7の発明によれば、加えて水銀に代えることができる第2のハロゲン化物を形成する金属を効果的なものに規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0468】請求項8の発明によれば、加えて第2のハロゲン化物を形成する金属としてさらに効果的なものを規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0469】請求項9の発明によれば、加えて第2のハロゲン化物の封入量の効果的な範囲を規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0470】請求項10の発明によれば、加えて移動体の前照灯用として効果的な第2のハロゲン化物の封入量を規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0471】請求項11の発明によれば、加えて希ガスの効果的な一般的な封入圧力を規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0472】請求項12の発明によれば、加えて移動体の前照灯用として効果的な希ガスの封入圧力を規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0473】請求項13の発明によれば、加えて移動体の前照灯用として効果的な気密容器のサイズを規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0474】請求項14の発明によれば、加えて移動体の前照灯として効果的な電極間距離を規定したメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0475】請求項15の発明によれば、加えて直流で点灯するように構成したことにより、移動体の前照灯用として点灯装置を小形、軽量、かつ安価にできるメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0476】請求項16の発明によれば、加えてセシウムのハロゲン化物を封入したことにより、移動体の前照灯用として発光効率が高いメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0477】請求項17の発明によれば、加えて内部を真空にした外管内に発光管を収納したことにより、移動体の前照灯用として発光効率が高いメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0478】請求項18の発明によれば、加えて紫外線カット性能を有する外管を備えていることにより、前照灯の劣化がないとともに紫外線を放射しないメタルハライド放電ランプを提供することができる。

【0479】請求項19の発明によれば、点灯直後に定格ランプ電流の3倍以上の電流を流し、時間の経過と

もに徐々に電流を絞る点灯回路を備えていることにより、瞬時光束立ち上がり特性および瞬時色度立ち上がり良好なメタルハライド放電ランプ点灯装置を提供することができる。

【0480】請求項20の照明装置によれば、請求項1ないし18の効果の有する各種照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のメタルハライド放電ランプの第1の実施形態を示す正面図

【図2】RGB色分離方式液晶プロジェクタの光学系の概念的説明図

【図3】表1におけるランプ2（本実施形態）およびランプ1（従来例）のアーク温度分布を示すグラフ

【図4】本発明のメタルハライド放電ランプの第1の実施形態を反射鏡と一体化して構成したプロジェクタ用ランプを示す一部断面正面図

【図5】本発明の照明装置の第1の実施形態としての図4に示すプロジェクタ用ランプを用いた液晶プロジェクタを示す概念図

【図6】本発明のメタルハライド放電ランプの第2の実施形態を示す中央断面正面図

【図7】本発明のメタルハライド放電ランプの第2の実施形態において、キセノンXeの封入圧に対する光束立ち上がり時間の関係を示すグラフ

【図8】同じく第2の実施形態において、第2のハロゲン化物としてヨウ化鉄FeI<sub>2</sub>を用いた場合の封入量に対するランプ電圧の関係を示すグラフ

【図9】本発明のメタルハライド放電ランプの第3の実施形態を示す正面図

【図10】本発明の照明装置の第2の実施形態としての自動車用などの移動体用の前照灯を示す斜視図

【図11】本発明のメタルハライド放電ランプの第4の実施形態を示す正面図

【図12】従来の長アーク形のメタルハライド放電ランプの分光分布を示すグラフ

【図13】本発明のメタルハライド放電ランプの第5の実施形態を示す正面図

【図14】本発明のメタルハライド放電ランプの第5の実施形態における分光特性の立ち上がりを従来例と比較して示す色度図

【図15】本発明のメタルハライド放電ランプの第6の実施形態を示す要部断面正面図メタルハライド放電ランプにおけるランプ電圧を説明するための概念図

【図16】本発明のメタルハライド放電ランプの第7の実施形態を示す正面図

【図17】実施形態17における表22のランプ2および従来例のランプ1の色度の変化を示す色度図

【図18】本発明のメタルハライド放電ランプの第8の実施形態を示す正面図

61

【図 1 9】本発明のメタルハライド放電ランプの第 8 の実施形態におけるランプの分光特性の立ち上がりを従来例と比較して示す色度図

【図 2 0】図 1 8 に示す本発明のメタルハライド放電ランプの第 8 の実施形態において、希ガスの封入圧力を変化させた場合の光束立ち上がり時間との関係を示すグラフ

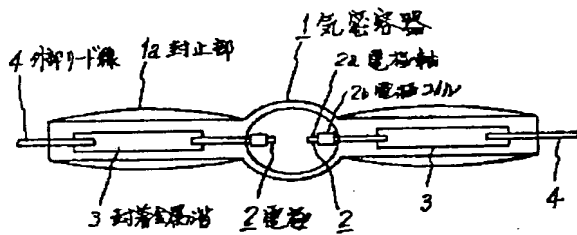
【図 2 1】図 1 8 に示す本発明のメタルハライド放電ランプの第 8 の実施形態において、第 2 にのハロゲン化物として  $ZnI_2$  の封入量 ( $mg/cc$ ) を変化させた場合のランプ電圧 (V) の関係を示すグラフ

【図 2 2】本発明のメタルハライド放電ランプ点灯装置の第 1 の実施形態を示す回路図

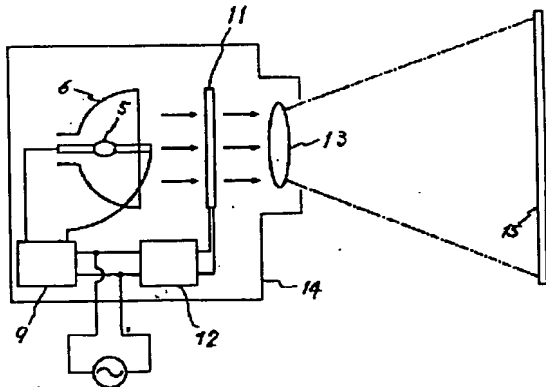
【図 2 3】本発明のメタルハライド放電ランプ点灯装置の第 2 の実施形態を示す回路図

【図 2 4】本発明の照明装置の第 3 の実施形態としての移動体用の前照灯を示す概念図

【図 1】



【図 5】



62

【図 2 5】同じく光分配器の部分を示す概念図

【図 2 6】本発明の照明装置の第 4 の実施形態としてのダウンライトを示す概念図

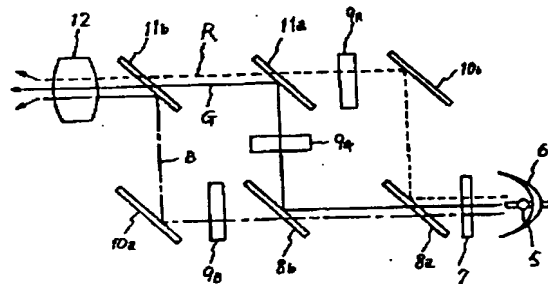
【図 2 7】メタルハライド放電ランプにおけるランプ電圧を説明するための概念図

【図 2 8】従来のプロジェクション用の短アーク形のメタルハライド放電ランプの発光スペクトル分布を示すグラフ

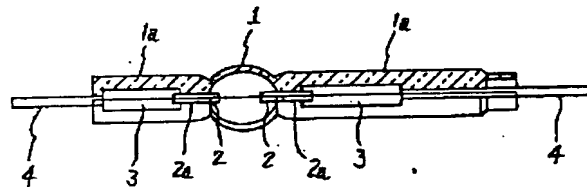
【符号の説明】

- 1…気密容器
- 1 a…封止部
- 2…電極
- 2 a…電極軸
- 2 b…電極コイル
- 3…封着金属箔
- 4…外部リード線

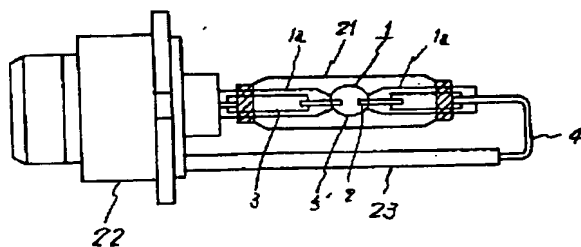
【図 2】



【図 6】

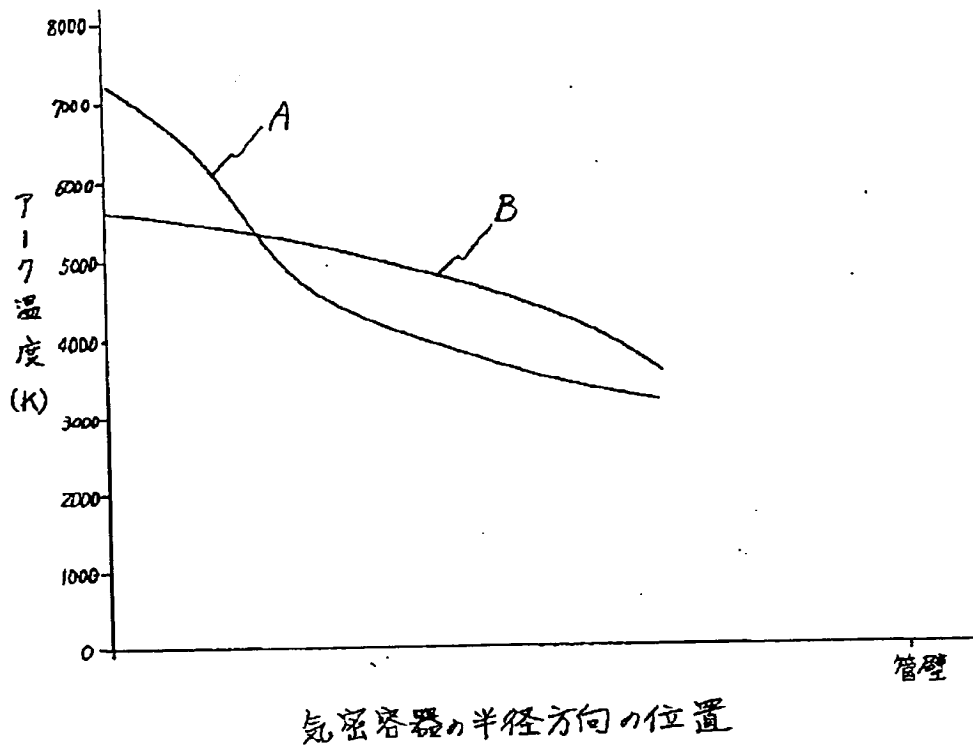


【図 9】

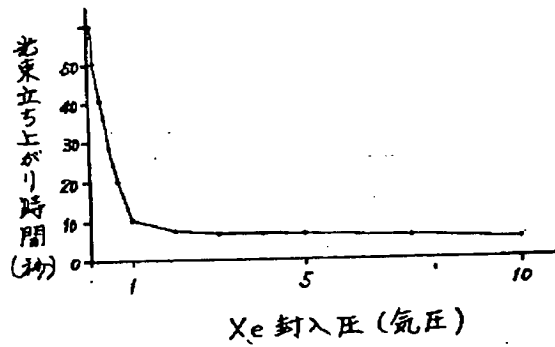




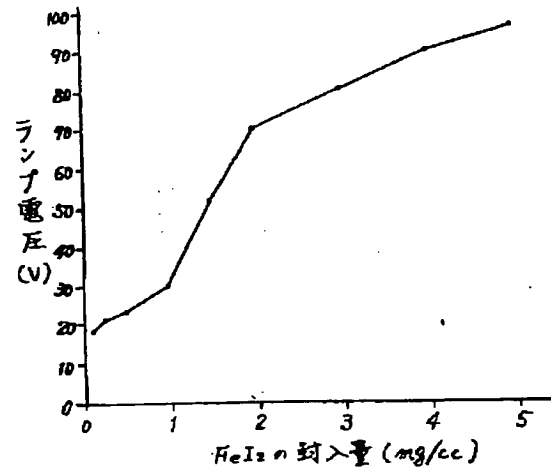
【図3】



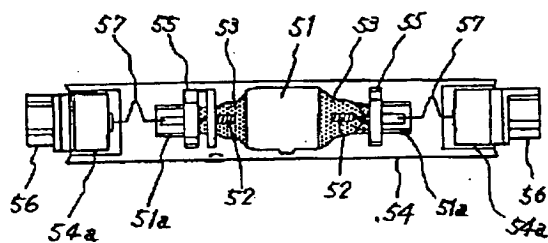
【図7】



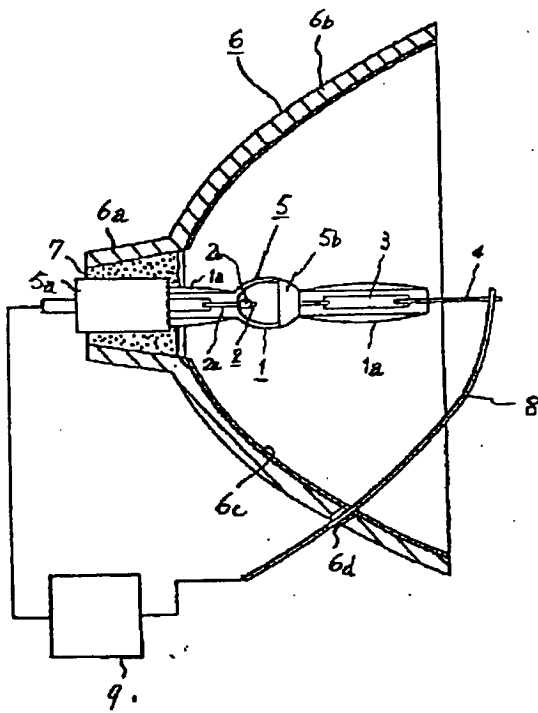
【図8】



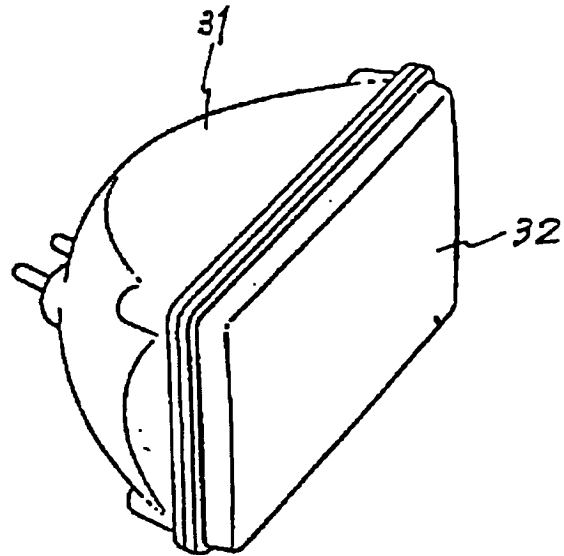
【図13】



【図 4】

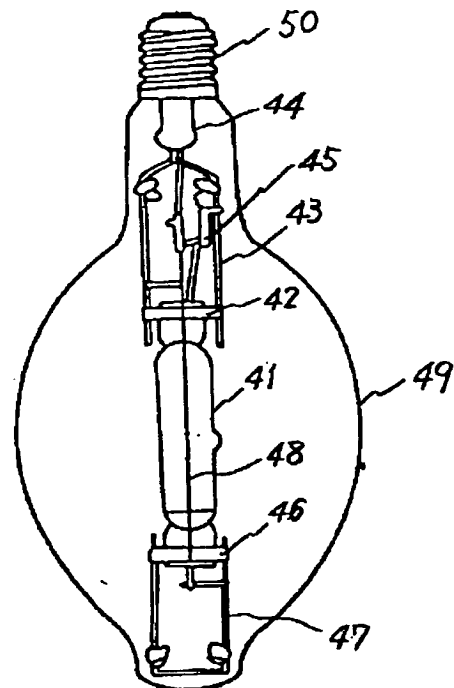
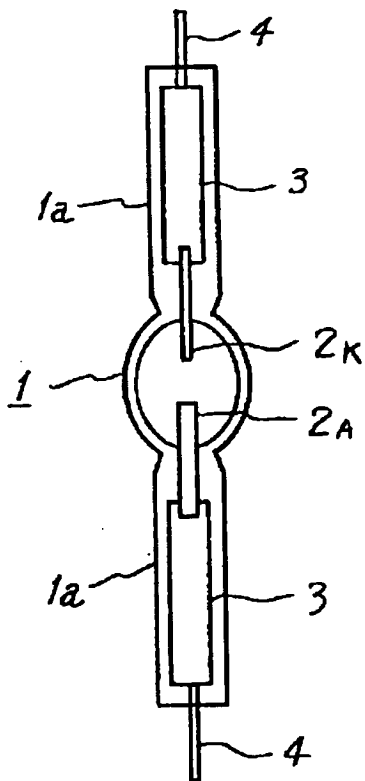


【図 10】

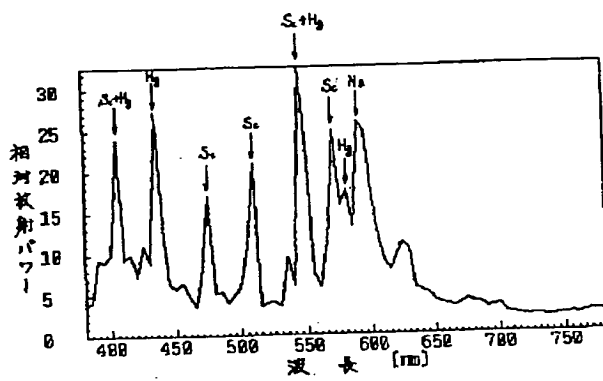


【図 11】

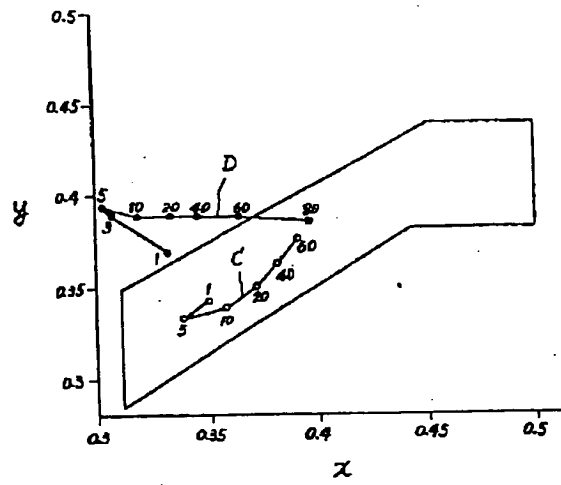
【図 18】



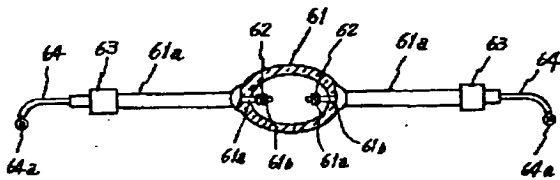
【図12】



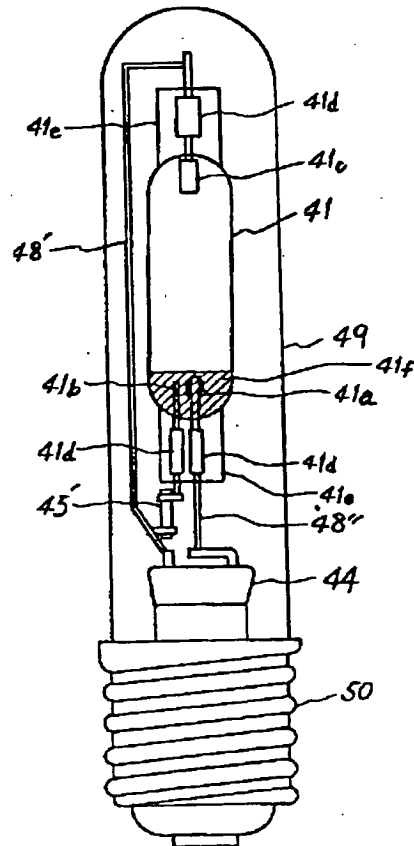
【図14】



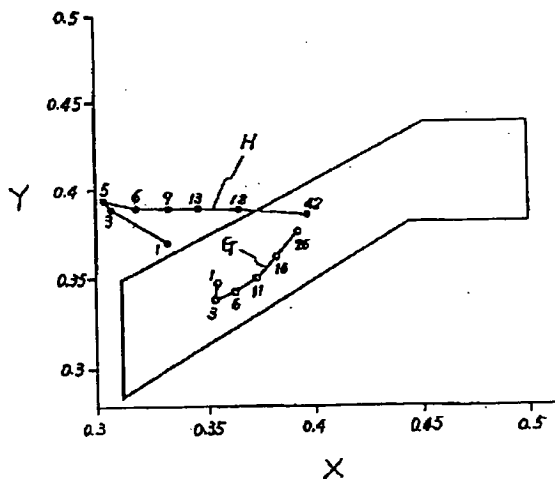
【図15】



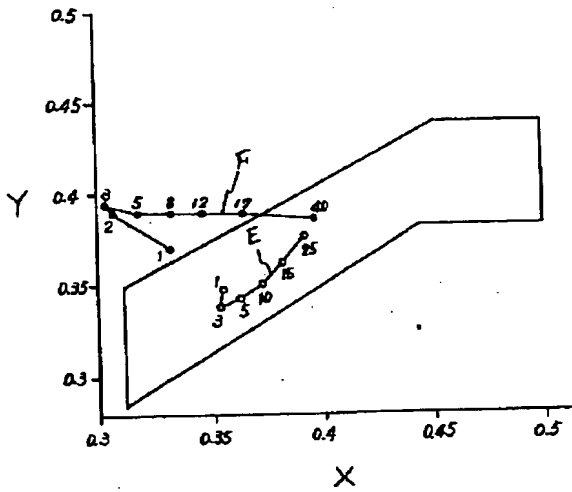
【図16】



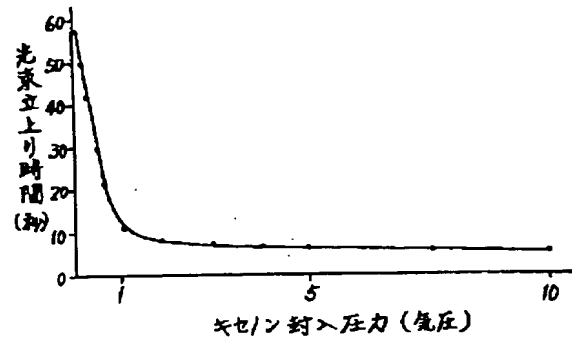
【図19】



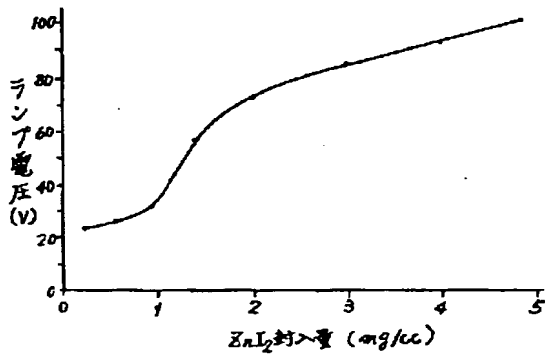
【図 17】



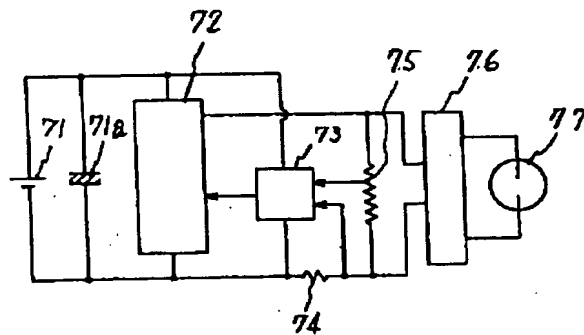
【図 20】



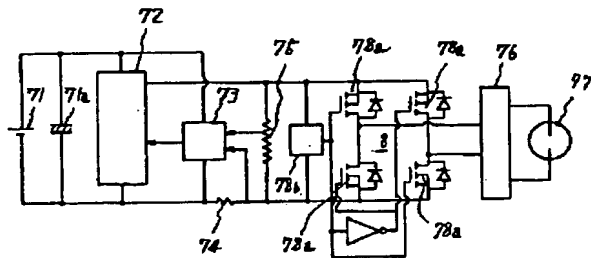
【図 21】



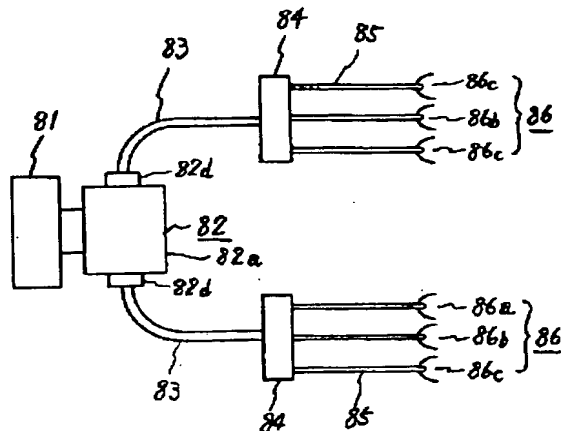
【図 22】



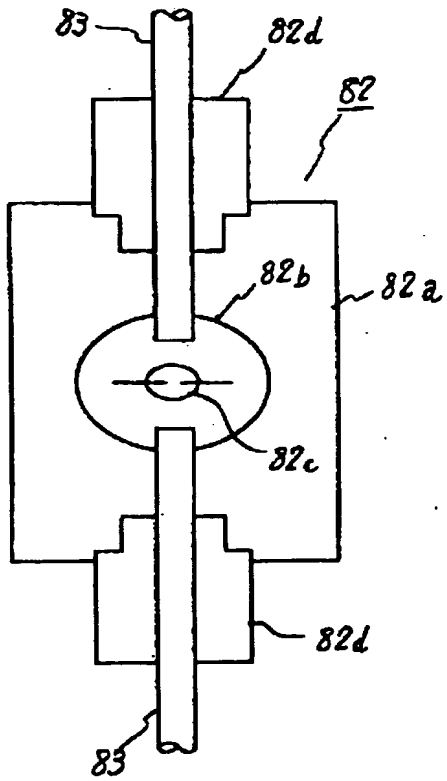
【図 23】



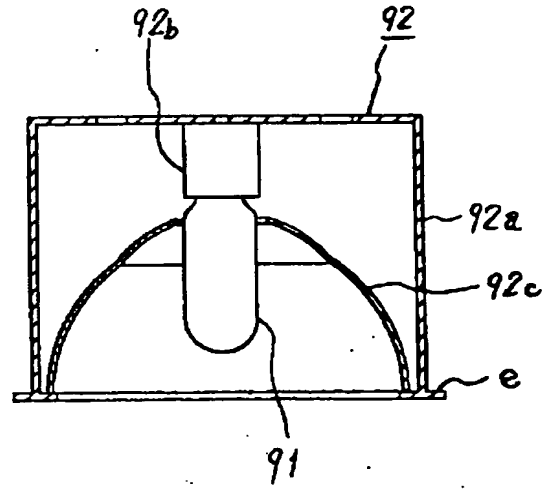
【図 24】



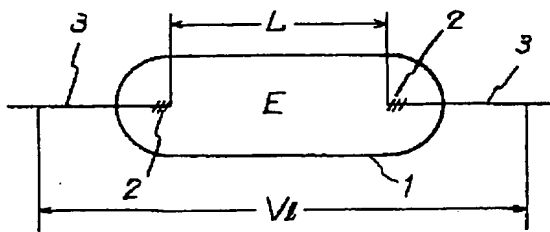
【図 2 5】



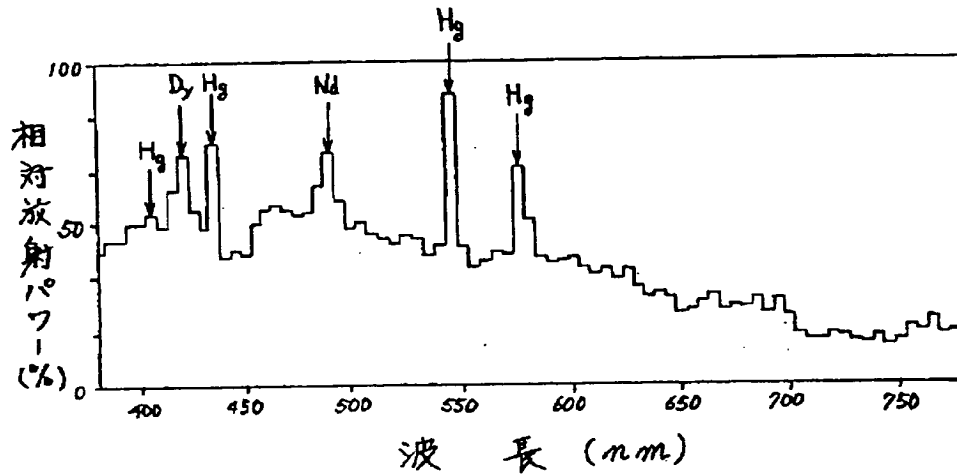
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 2 8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
61/52		61/52	B
61/88		61/88	C
H05B 41/29		H05B 41/29	B
			C

(31) 優先権主張番号 特願平9-346035

(32) 優先日 平 9 (1997) 12月16日

(33) 優先権主張国 日本 ( J P )

(72) 発明者 松田 幹男

東京都品川区東品川四丁目 3 番 1 号東芝ラ

イテック株式会社内

(72) 発明者 蛭田 寿男

東京都品川区東品川四丁目 3 番 1 号東芝ラ

イテック株式会社内